وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني التكنولوجي – بصرة
قسم التقنيات المدنية

الحقيبة التعليمية لمادة

ميكانيك التربة
Soil Mechanics

لطلبة المرحلة الثانية

اعداد المدرس المساعد / عبير صبري بشاره
ماجستير هندسة مدنية / جيوتكنك
2025

وصف المقرر

1. اسم المقرر:	
ميكانيك التربة	
2. رمز المقرر:	
C2-3	
3. الفصل / السنة: السنوي	
فصلي / السنة الثانية	
4. تاريخ إعداد هذا الوصف :	
2025	
5. أشكال الحضور المتاحة :	
حضوري فقط	
6. عدد الساعات الدراسية (الكلي)/ عدد الوحدات (الكلي):	
120 ساعة بالسنة (2 نظري + 2 عملي على مدار 30 أسبوع) / 8 وحدات (4 وحدات لكل فصل)	
7. اسم مسؤول المقرر الدراسي	
م.م. عبير صبري بشارة اميل abeermaj@stu.edu.iq	
8. اهداف المقرر	
هدف المادة العام : تعريف الطالب بالخواص الميكانيكية للتربة التي يتمكن من خلالها من تقدير خطورة اختيار نوع الاساس وتأثير المنشآت التي تقام على انواع مختلفة من التربة . هدف المادة الخاص : تأهيل الطالب واكسابه المهارة اللازمة في تصنيف التربة واجراء الفحوصات اللازمة عليها (حقلية او مختبرية) وعلاقة ذلك بالمنشآت التي ستقام عليها .	
9. استراتيجيات التعليم والتعلم	
الاستراتيجية	1. الاستراتيجيات المعرفية. 2. استراتيجيات التعلم النشط. 3. استراتيجيات التعلم التعاوني. 4. استراتيجية المناقشة.

10. بنية المقرر

الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة او الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
الفصل الاول					
الأول	4	1- تأهيل الطالب واكسابة المهارة اللازمة في تصنيف التربة. 2- القدرة على اجراء الفحوصات المختبرية والحقلية الخاصة بالتربة وتحديد ملائمتها لانواع المنشآت التي تقام عليها	تعريف التربة، مقدمة جيولوجية لانواع الصخور وتكوينها	1- محاضرات نظرية وعملية 2- عرض بوربوينت 3- اجراء تجارب حقلية 4- زيارات علمية	مناقشة + تقارير +امتحانات يومية وشهرية
الثاني	4		الخصائص الفيزياوية للتربة (محتوى الرطوبة ، الوزن النوعي ، الكثافة ،...)		
الثالث والرابع	8		التحليل الحبيبي للتربة طريقة المناخل وطريقة المكثاف		
الخامس	4		خصائص اللدونة في التربة (حد السيولة ، حد اللدونة ، حد الانكماش)		

السادس والسابع	8		تصنيف التربة (طريقة التصنيف الموحدة)		
الثامن والتاسع	8		نفاذية التربة الخشنة والناعمة وطرق قياسها		
العاشر	4		انواع الاجهادات في التربة (الاجهاد الكلي والاجهاد الفعال)		
الحادي عشر	4		الضغط الجانبي للتربة مع شرح انواع المرشحات		
الثاني عشر	4		تحسين خواص التربة (رص التربة)		
الثالث عشر	4		انواع فحوصات الرص المختبرية والحقلية		
الرابع عشر والخامس عشر	8		طرق تحسين وتثبيت التربة (التثبيت بالاسمنت ، التثبيت بالاسفلت والنورة)		
الفصل الثاني					
الاول والثاني	8		الطرق الحديثة في تثبيت التربة (تسليح التربة)	1- محاضرات نظرية وعملية 2- عرض بوربوينت 3-اجراء تجارب حقلية 4-زيارات علمية	مناقشة + تقارير +امتحانات يومية وشهرية
الثالث	4		نسبة تحمل كاليفورنيا		
الرابع والخامس	8		الانضمام في التربة		
السادس	4		ظاهرة الانتفاخ والتداعي في التربة		
السابع	4		مقاومة القص في التربة واهميتها في حساب تحمل التربة		
الثامن	4		فحص القص اللامحصور		
التاسع	4		فحص القص المباشر		
العاشر والحادي عشر	8		فحص القص ثلاثي المحاور		
الثاني عشر	4		فحوصات القص الحقلية		

الثالث عشر والرابع عشر	8		انواع الاسس (الاسس الضحلة والاسس العميقة مثل الركائز)		
الخامس عشر	4		اعمال تحريات التربة		

الفئة المستهدفة

طلبــة المرحلــة الثانية

المعهـد التقنــي في البصــرة

قســم التقنيــات المدنية

مقدمة عامة عن ميكانيك التربة

تعتبـر مـادة ميكانيـك التربـة مـن المـواد الاساسـية فـي تخصـص التقنيـات المدنيـة ، حيـث تتنـاول الخـواص الميكانيكيـة والفيزياويـة للتربـة وتبـين سـلوك التربـة تحـت تـأثير الاحمـال المسـلطة مـن المنشـأ ، والتـي مـن خلالهـا يمكـن اختيـار الاسـاس المناسـب للمنشـآت المقامـة عليها .

الدوافع

الدوافع من انشاء حقيبة تعليمية لمادة ميكانيك التربة هي:

1- **تنظيم المادة العلمية بشكل منهجي منظم .**
2- **تسهيل عملية فهم الطالب من خلال المحتوى العلمي المتسلسل .**
3- **تسهيل فهم الطالب من خلال عرض صور ورسوم توضيحية عن المادة .**

الوسائل المستخدمة

1- سبورة واقلام White Board

2- عارض بيانات Data Show

3- جهاز لابتوب Lab top

الانشطة التعليمية المستخدمة (اثناء الدرس)

1- اسئلة العصف الذهني

2- التمارين الجماعية

3- مناقشات تفاعلية صفية

الانشطة التعليمية المستخدمة (بعد الدرس)

1- اختبار قصير

2- حل واجبات بيتية

3- التواصل مع الطلبة عبر منصة الكلاس روم

التقويم

1- اختبار قصير بعد الدرس

2- امتحانات يومية وشهرية

3- مناقشات وحل واجبات

الفصل الدراسي الاول

الاسبوع الاول

تعريف التربة ، مقدمة جيولوجية عن انواع الصخور ، كيفية تكون التربة من الصخور

الاهداف السلوكية

1- فهم الطالب لتعريف التربة تعريفا علميا وكيفية تكوينها .
2- يتعرف الطالب على تأثير العوامل الطبيعية على تكوين التربة .
3- ان يكون لدى الطالب قدرة على التمييز بين انواع التربة .

الاختبار القبلي

1- ماهو منشأ التربة ؟
2- ماهي انواع الصخور في الطبيعة ؟

تعريف التربة / التربة هي مادة طبيعية ناتجة من تفتت الصخور وتكون عادة مفككة او متماسكة مثل (الحصى، الرمل، الغرين والطين) او خليط هذه المواد جميعا.

انواع الصخور في الطبيعة

الصخور هي حبيبات مرتبطة مع بعضها البعض بأواصر متماسكة، وتشمل انواع مختلفة منها:

1. الصخور النارية / وهي الصخور الناتجة من الحمم البركانية المنصهرة وتتصلب في باطن الارض او على سطح الارض، وتعد المصدر الاساسي لبقية الانواع حيث تغطي 25% من سطح الارض، ويمثل حجر الصوان (الكرانيت granite) أحد انواع الصخور.

2. الصخور الرسوبية / وهي الصخور الناتجة من ترسيب صخور أقدم منها بسبب عوامل التعرية وتشكل هذه الصخور 75% من سطح الارض. وتتكون جبال الهملايا من صخور رسوبية وكذلك حجر الكلس والجبس في العراق.

3. الصخور المتحولة / وهي الصخور التي تكونت من الصخور الرسوبية والنارية نتيجة تأثرها بدرجة الحرارة والضغط مثل (المرمر marble).

تصنيف التربة في الطبيعة

تقسم التربة حسب تكونها ووجودها في الطبيعة الى:

1. تربة متبقية residual soil

وهي التربة التي تكونت نتيجة تفتت الصخور ولم تنقل من مكانها الى مكان اخر حيث تبقى في مكان تكونها الاصلي تغطي الصخور التي تكونت منها (نوع شائع).

2. تربة منقولة transported soil

وهي التربة التي تكونت نتيجة تفتت الصخور ونقلت الى مكان اخر بفعل عوامل مختلفة مثل الماء، الرياح، الجليد والبراكين.

وتشمل التربة المنقولة: -

أ. تربة الطمى المترسبة بواسطة الانهار مثل ترسبات الطين والغرين والرمل وتكون ضعيفة للانشاء.

ب. تربة ريحية وهي التربة المنقولة بواسطة الرياح وتكون ضعيفة التماسك وتتكون من حبيبات الرمل والغرين وتكثر في المناطق الصحراوية (غير مرغوب بها انشائيا).

ت. تربة بحرية وتشمل الحصى والرمل والغرين المترسبة في المياه العذبة في قاع البحيرات.

ث. تربة البحار تكون مترسبة في قاع البحار والمياه المالحة.

الاختبار البعدي

1- ماذا يعني بالصخور المتحولة ؟
2- ماهي اشكال التربة المنقولة ؟

الاسبوع الثاني

مكونات التربة ، الخصائص الفيزيائية للتربة (المحتوى الرطوبي ، المسامية ، نسبة الفراغات ، الكثافة الرطبة والجافة ، الكثافة المشبعة والمغمورة ، الوزن النوعي)

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على مكونات التربة وحالاتها.
2- معرفة الطالب بخصائص التربة الفيزيائية .
3- يميز الطالب بين الكثافة الجافة والرطبة والمشبعة والمغمورة .
4- تمكين الطالب من تطبيق المعادلات لحساب الخواص الفيزيائية للتربة .

الاختبار القبلي

1- ماهي الخصائص الفيزيائية للتربة؟
2- ماذا تعرف عن حالات التربة ؟

مكونات التربة

تتكون كتله التربة من العناصر التالية:

1. المادة الصلبة solid (حبيبات التربة)
2. المادة السائلة liquid (الماء والنفط)
3. المادة الغازية gaseous (الهواء)

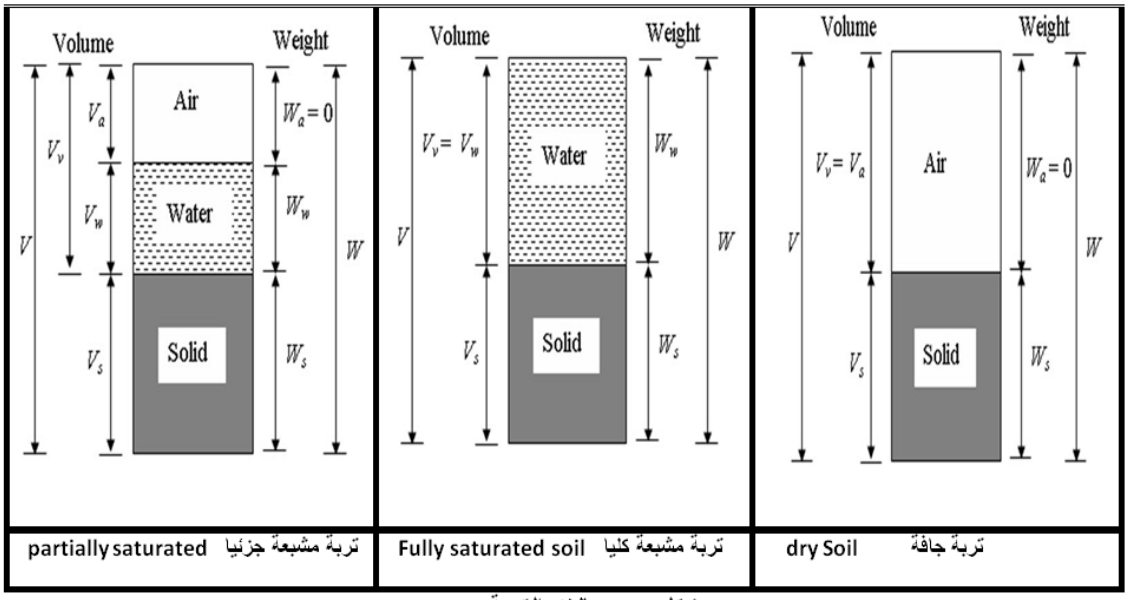
حالات التربة

اعتمادا على مكونات التربة الثلاثة (الماء والهواء والحبيبات الصلبة) فان التربة تكون بثلاث حالات وهي :-

1. التربة الجافة dry soil / تتكون كتلة التربة في هذه الحالة من حبيبات التربة الصلبة مع الهواء الموجود في الفراغات.

2. التربة المشبعة كليا Fully saturated soil/ تتكون كتلة التربة من الماء وحبيبات التربة الصلبة فقط.

3. التربــة الرطبــة (المشــبعة جزئيــا) partially saturated soil / تتكــون كتلــة التربة من الماء والهواء والحبيبات الصلبة.



شكل يبين حالات التربة

الخواص الفيزياوية للتربة

تحــدث الخــواص الفيزياويــة للتربــة بســبب عوامــل (الميــاه والريــاح والامطــار ودرجــات الحــرارة) بحيــث تبقــى حبيبــات التربــة محافظــة علــى خواصــها الاصــلية دون أي تغييــر ومــن هــذه الخــواص هــي (المســامية، نســبة الفراغــات فــي التربــة، درجــة التشــبع، الــوزن النــوعي، الكثافة).

1- المسامية porosity

وهي النسبة بين الحجم الكلي للفراغات الى الحجم الكلي للتربة ويرمز لها بالرمز (n)

$$n = \frac{v_v}{v} * 100\%$$

2- نسبة الفراغات void ratio

وهي النسبة بين الحجم الكلي للفراغات الى حجم حبيبات التربة الصلبة ويرمز لها بالرمز(e) .

$$e = \frac{v_v}{v_s} * 100\%$$

3- درجة التشبع degree of saturation

وهي النسبة بين حجم الماء الموجود في الفراغات الى حجم الفراغات الكلي ويرمز لها بالرمز (Sr) وتتراوح قيمتها بين (صفر-1) حيث تكون قيمتها صفر اذا كانت التربة جافة وتكون قيمتها واحد اذا كانت التربة مشبعة كليا. ($V_V = V_w$)

$$s_r = \frac{v_w}{v_v} * 100\%$$

❖ العلاقة بين مسامية التربة ونسبة الفراغات (e & n)

$$e = \frac{n}{1-n}$$

$$n = \frac{e}{1+e}$$

4- المحتوى الرطوبي Water Content

هي النسبة بين وزن الماء الموجود في الفراغات الى وزن حبيبات التربة الصلبة ويرمز له بالرمز (m) .

$$m = \frac{Ww}{Ws} * 100\%$$

5- الوزن النوعي Specific Gravity (الكثافة النوعية لذرات التربة الصلبة)

وهو نسبة وزن حجم معين من التربة الى وزن نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة 4 درجة مئوية ويرمز له بالرمز (Gs)

$$\frac{\text{وزن حجم معين من التربة}}{\text{وزن نفس الحجم من الماء}} = \frac{\text{كثافة التربة}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{\gamma s}{\gamma w}$$

- تختلف قيم الوزن النوعي باختلاف نوع التربة وذلك لتباين المعادن المكونة لها اذ تمتاز المعادن الثقيلة بوزن نوعي عالي فيما تمتلك المعادن الخفيفة الوزن وزن نوعي منخفض وتتراوح قيمته بين (2.65-2.85).

القيم النموذجية للوزن النوعي

نوع التربة	G_S	نوع التربة	G_S
حصى	2.65 – 2.68	غرين	2.66 – 2.7
رمل	2.65 – 2.68	طين	2.68 – 2.8

6- الكثافة الرطبة للتربة (الكلية) Bulk unit weight

يرمز لها بالرمز (γ) هي نسبة (الوزن الكلي للتربة / الحجم الكلي للتربة)

$$\gamma = \frac{W}{V} \qquad kN/m^3$$

$$\gamma = Gs * \frac{(1+m)}{(1+e)} * \gamma_w$$

ويفضل كتابتها بالصيغة التالية: -

$$\gamma = \left(\frac{Gs+(e*Sr)}{1+e}\right)\gamma_w$$

Gs= الوزن النوعي للتربة

m = المحتوى الرطوبي للتربة

S_r = درجة التشبع للتربة

e = نسبة الفراغات

γ = الكثافة الرطبة للتربة KN/m^3

7- الكثافة الجافة dry unit weight (γd)

وهي كثافة التربة عندما تكون التربة جافة

$$\gamma d = \frac{W_s}{V}$$

$$\gamma d = \frac{Gs}{(1+e)} * \gamma_W$$

8- الكثافة المشبعة saturated density

ويرمز لها بالرمز (ɤsat) وهي كثافة التربة عندما تكون مشبعة بالماء (درجة التشبع (%100 (S_r=1)

$$\gamma sat = \frac{(Gs+e)}{(1+e)} * \gamma_W$$

9- الكثافة الوزنية المغمورة submerged density

وهي كثافة التربة عندما تكون مغمورة بالماء أي ان (التربة تكون تحت مستوى المياه الجوفية) وهنا تكون كثافة التربة مساوية للكثافة المشبعة ويطرح منها كثافة الماء.

$$\gamma sub = \gamma sat - \gamma w$$

$$\gamma sub = \gamma_w \left[\frac{Gs - 1}{1 + e} \right]$$

مثال

نموذج لتربة رطبة كتلتها (633gm) وحجمها ($300cm^3$) ، المحتوى الرطوبي لها 11% والوزن النوعي (2.68) احسب نسبة الفراغات ودرجة التشبع ومسامية التربة . ثم اوجد المحتوى الرطوبي عندما تكون التربة مشبعة كليا وبدون اي زيادة في حجمها واحسب الكثافة المشبعة لها. (يتم حله اثناء الدرس)

الاختبار البعدي

1- ما الفرق بين الكثافة الجافة والكثافة المشبعة للتربة ؟
2- اذكر اربع خصائص فيزيائية للتربة مع شرح كل خاصية باختصار .
3- ما الفرق بين مسامية التربة ونسبة الفراغات .

واجب بيتي

عينة من التربة الرطبه كتلتها (500 gm) وحجمها ($250\ cm^3$) فاذا كان المحتوى الرطوبي لها (15%) والوزن النوعي يساوي (2.65)، اوجد الخواص الفيزياوية التالية للتربة : علما ان ($\gamma_w = 10\ KN/m^3$)

1- الكثافة الرطبة ، 2- الكثافة الجافة ، 3- نسبة الفراغات ، 4- درجة التشبع ، 5 - المسامية

الاسبوع الثالث والرابع

التحليل الحبيبي للتربة (طريقة المناخل وطريقة المكثاف)

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على اهمية التحليل الحبيبي في تصنيف التربة .
2- ان يميز الطالب بين اشكال التربة المختلفة (الناعمة والخشنة).
3- ان يتعرف الطالب على الاجهزة والادوات المستخدمة مثل (المناخل والهزاز وجهاز الهيدروميتر).
4- يتعلم الطالب كيفية رسم منحني تدرج الحبيبات .

الاختبار القبلي

1- ما هو التحليل المنخلي للتربة ؟
2- هل يستخدم الهيدروميتر مع التربة الخشنة ام التربة الناعمة ؟

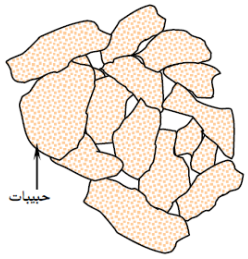
تحليل الحبيبات والبناء التركيبي للتربة

تقسم التربة من ناحية البناء الى:

1- تربة خشنة coarse grain

وتشمل (الحصى والرمل) gravel & sand

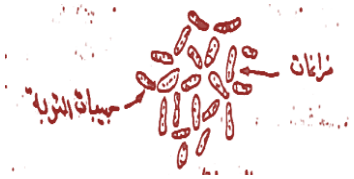
وهي التربة التي تكون حبيباتها منفصلة عن بعضها البعض وتكون في تماس فقط ويكون التقارب بين حبيباتها بتأثير قوى الجذب (وزن الحبيبات) وتتدرج من البناء الكثيف الى البناء المفكك.

	
بناء مفكك very loos	بناء كثيف very dense

2- التربة الناعمة fine grain

وتشمل (الغرين و الطين) silt & clay

وهي التربة التي تكون حبيباتها متقاربة بعضها من بعض حيث تكون هناك شحنات كهربائية مسؤولة عن تقارب وتباعد الحبيبات اعتمادا على كون الشحنات مختلفة او متشابهة وتشمل: -

بناء خلوي	بناء ملبد	بناء مرتب
		

التحليل الحبيبي

يتم فصل حبيبات التربة الى حجوم مختلفة وهذا ما يسمى بالتحليل الحبيبي للتربة Particle size analysis باستخدام طريقتين:-

1. تحليل المناخل sieve analysis (يستعمل للحبيبات الخشنة) coarse grains
2. التحليل بالترسيب sedimentation analysis

باستخدام المكثاف hydrometer analysis (يستعمل للحبيبات الناعمة) fine grains

1) تحليل المناخل

يستخدم في هذا الفحص عينة من التربة ذات وزن معلوم حيث يتم امرارها خلال سلسلة من مناخل الفحص القياسية اي مناخل ذات فتحات قياسية معلومة وحسب نظام معين حيث تتدرج هذه المناخل في الحجم.

ويكون لكل منخل رقم يمثل عدد التقسيمات الموجودة في عقدة واحدة (انج واحد) وكذلك لها قياس يمثل عرض الفتحة ويكتب اما بوحدة (ملم او مايكرو).

جدول يبين بعض المناخل القياسية المستخدمة مع قطر الفتحة حسب النظام الامريكي.

رقم المنخل SIEVE NO.	فتحة المنخل OPENING (MM)
4	4.750
10	2.000
20	0.850
40	0.425
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
200	0.074

<u>خطوات العمل والحسابات</u>:

1. توزن المناخل وهي فارغة ونظيفة
2. تستخدم عينة من التربة ذات وزن معلوم (ẘ)
3. تنخل التربة ويسجل وزن التربة المتبقية على كل منخل
4. تحسب نسبة التربة المتبقية على كل منخل كما يلي: -

$$\text{النسبة المتبقية}\% = \frac{\text{وزن التربة المتبقية}}{\text{وزن العينة الكلية}} \ \frac{\text{غم}}{\text{غم}} * 100\%$$

5. تحسب النسبة المتجمعة على كل منخل وذلك بجمع النسب المتبقية على كل منخل
6. تحسب نسبة التربة المارة من كل منخل

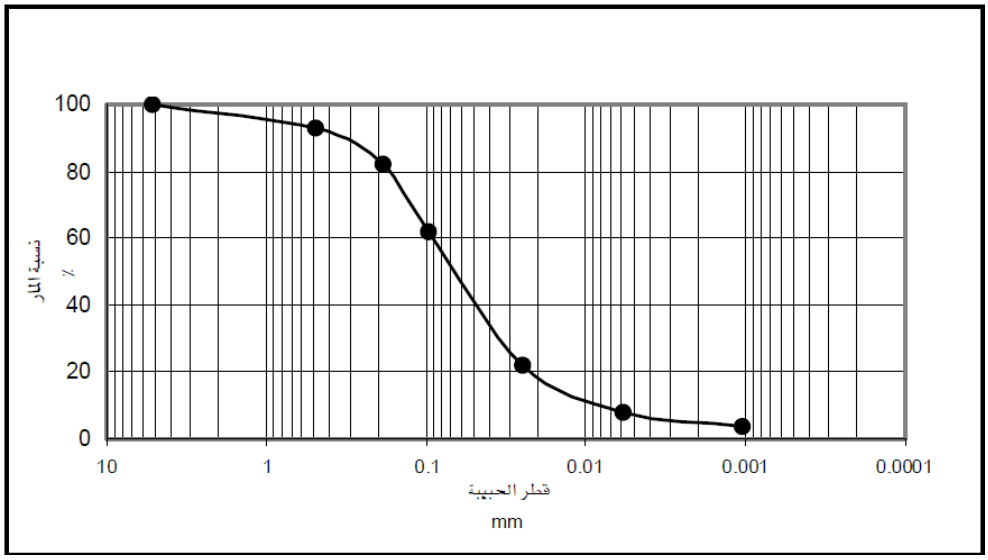
$$\text{نسبة (التربة المارة)}\% = 100\% - \text{التربة المتجمعة}\%$$

ينظم جدول القراءات والبيانات بالشكل التالي: -

جدول التحليل المنخلي

No. of sieve	D (mm)	Weight Retained (gm)	Retained %	cumulative Retained %	Passing %
4	4.75				
10	2				
20	0.84				
40	0.42				
60	0.25				
100	0.15				
200	0.175				
Pan	-				

بعد الحصول على نتائج التجربة ، ترسم نتائج التحليل المنخلي للحصول على منحني توزيع حجم الحبيبات، حيث يرسم المنحني بين حجم الحبيبات متمثلة بفتحة المنخل على المحور الافقي بمقياس لوغاريتمي وبين النسبة المئوية المارة على المحور العمودي بمقياس رسم اعتيادي.



Particle size distribution curve

اهمية التحليل ان تحليل حبيبات التربة له اهمية في مجالات متعددة :

1. هندسة الاسس وانشاء الطرق والسدود والقنوات وذلك لان خواص التربة وسلوكها يعتمدان كثيرا على حجم حبيبات التربة وطريقة توزيعها
2. تصميم المرشحات المستخدمة في انابيب الري والبزل وسحب المياه
3. بزل التربة المدفونة بجانب الجدران السائدة.

ان منحني التدرج يعطي فكرة حول نوع التربة وتدرج حبيباتها ويمكن تصنيف التربة اعتمادا على تدرج الحبيبات الى: -

1) تربة جيدة التدرج Well graded

وهي التربة التي تحوي على كل الحجوم تقريبا، وتكون ذات (كثافة عالية ومسامية قليلة)

2) تربة رديئة التدرج Poorly graded

وهي التربة التي تكون اما منتظمة التدرج graded uniformly أي انها تحوي على حجم واحد تقريبا من الحبيبات مثل (الرمل النظيف) clear sand (نسبة كبيرة لحجم معين)، او تكون ناقصة التدرج (gap graded) او (skip graded) أي تحوي جميع الحجوم ماعدا حجم واحد مفقود مما يسبب عدم استمرارية في منحني تدرج الحبيبات (جزء من المنحني flat).

- يتم حساب D_{10} وD_{30} وD_{60} للتربة الخشنة، وهي تمثل حجوم الحبيبات المقابلة لنسبة مارة من الحبيبات الناعمة (10% و30% و60%).

- ويسمى D_{10} الحجم الفعال Effective size او القطر الفعال والذي يعطي دلالة على تجانس التربة وله علاقة بنفاذية التربة والخاصية الشعرية وخصوصا في الرمل والغرين ويستخدم (D_{10}) في حساب نفاذية الرمل والغرين.

- ويعتمد على منحني تدرج الحبيبات في تصنيف التربة الى جيدة ورديئة التدرج ويتم ذلك بحساب معاملات تحدد طبيعة التدرج منها: -

1) معامل الانتظام Uniformity Coefficient **(C_U)**

ويستخدم لقياس انتظام تدرج التربة وهو مؤشر على مدى انتشار حبيبات التربة ويتم حسابه:-

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

2) معامل التدرج او معامل التقعر Curvature Co-eff. **(Cc)**

وهو مقياس لشكل المنحني بين D_{60} , D_{10} ويتم حسابه :-

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

تكون التربة جيدة التدرج اذا كانت قيمة معامل التدرج (اكبر من 1 واصغر من 3) للرمل والحصى معا ،
ويكون معامل الانتظام اكبر من 6 للرمل ، اكبر من 4 للحصى .

2) التحليل بالترسيب

يستخدم هذا الفحص لمعرفة تدرج التربة الناعمة اي المواد المارة من منخل رقم 200 فقط والتي يكون حجمها اصغر 75 مايكرون .

نظرية الترسيب

- تترسب الحبيبات الكبيرة الحجم اولا ثم بمرور الوقت تترسب الحبيبات الاصغر حجما
- تعتمد سرعة الترسيب على حجم الحبيبات والزمن ودرجة الحرارة .
- يستخدم قانون ستوك Stocks Law لايجاد علاقة بين وزن الحبيبات وكثافة الماء بدرجة حرارة معينة وكذلك الكثافة النوعية للتربة .
- تتناسب سرعة الترسيب مع حجم الذرات العالقة وكثافتها مع الزمن .
- تفترض ان الحبيبات كروية الشكل وتمتلك نفس قيمة الوزن النوعي .

- لحساب سرعة الترسيب يستخدم القانون التالي :-

$$\boldsymbol{v} = \frac{\boldsymbol{D^2}}{\boldsymbol{18}} \times \frac{(\boldsymbol{G_s - 1})\,\boldsymbol{\gamma_W}}{\eta}$$

اذا كانت الحبيبات تترسب من ارتفاع h وبمرور زمن مقداره t فأن :-

$$\boldsymbol{v} = \frac{\boldsymbol{h} \quad \boldsymbol{cm}}{\boldsymbol{t} \quad \boldsymbol{sec}}$$

$$\boldsymbol{D} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{18} \times \eta \times \boldsymbol{v}}{(\boldsymbol{G_s - 1})\,\boldsymbol{\gamma_W}}} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{18} \times \eta}{(\boldsymbol{G_S - 1})\,\boldsymbol{\gamma_w}}} \quad \sqrt{\frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{t}}}$$

حيث ان :-

D= قطر (حجم) الحبيبة المترسبة cm

γ_W = كثافة الماء gm/cm^3

η = لزوجة الماء $gm.sec/cm^2$

h= ارتفاع (مسافة) الترسيب cm

t= زمن الترسيب sec

يتم حساب نسبة المواد المارة من حجم معين مقابل قطر الحبيبة المترسبة بالقانون التالي :-

$$\boldsymbol{N\%} = \frac{\boldsymbol{G_S}}{\boldsymbol{1000(G_S - 1)}} \times \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{W_S}} \times \boldsymbol{\gamma_W} \times (\boldsymbol{r - r_w}) \times \boldsymbol{100}$$

حيث ان :-

N = نسبة المواد المارة %

G_s = الوزن النوعي

V = حجم الخليط (تربة +ماء) = حجم الاسطوانة

W_S = وزن عينة التربة

r= قراءة المكثاف وتحسب من المعادلة $r = (R_h + 1 - r_w)$

R_h = قراءة المكثاف في المحلول عند درجة حرارة معينة

r_w = قراءة المكثاف في الماء المقطر عند نفس درجة الحرارة التي تسجل فيها R_h

عند رسم منحني تدرج الحبيبات باستخدام النتائج المشتركة لفحص المناخل وفحص المكثاف فان النسبة المارة تصبح :-

$$N^- = N*m$$

حيث ان :-

N^-= النسبة المارة المشتركة

N = النسبة المارة من المعادلة السابقة

m = النسبة المارة من منخل رقم 200 (من فحص المناخل)

الاختبار البعدي

1- ما اهمية اجراء التحليل الحبيبي للتربة ؟
2- تستخدم طريقة التحليل المنخلي للتربة ..... .
3- يستخدم الهيدروميتر في تحليل التربة ..... (الطينية ، الحصوية ، الرملية).
4- يستفاد من رسم منحني التدرج في ..... (قياس الكثافة ، تحديد تدرج التربة سيء او جيد ، قياس الوزن النوعي للتربة) .
5- اذكر القانون المستخدم في حساب النسبة المتبقية .

واجب بيتي

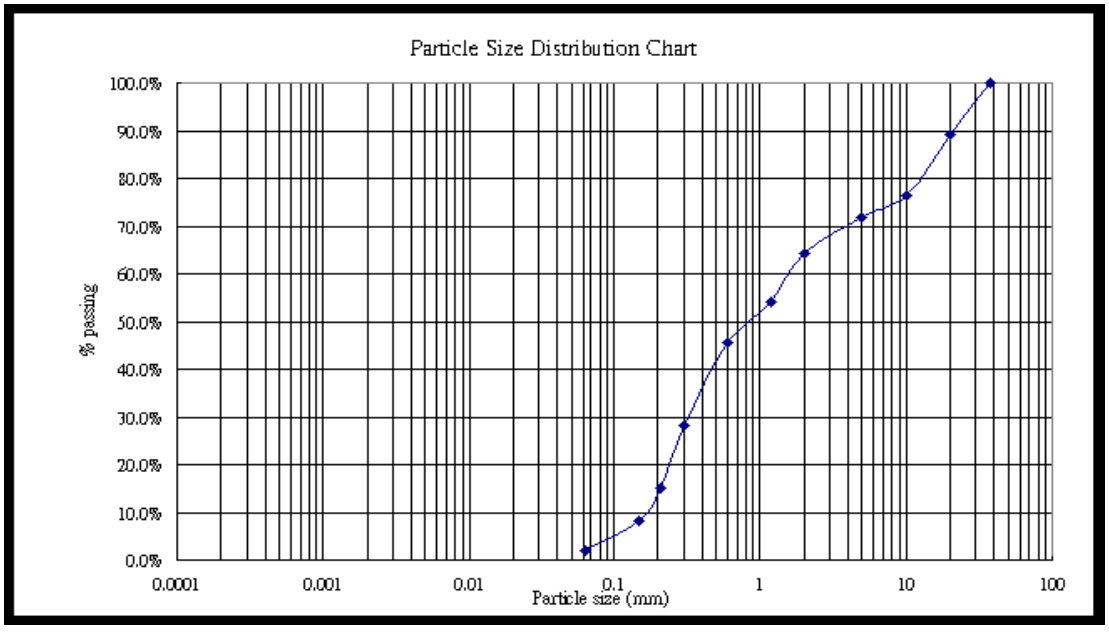
اجري فحص تحليل منخلي لعينة تربة رملية ذات وزن (500 g) وكانت النتائج كما يلي: -

No. of sieve	D (mm)	Weight Retained (gm)	Retained %	cumulative Retained %	Passing %
4	4.75	9.8			
10	2	39.6			
20	0.84	71.6			
40	0.42	129.2			
60	0.25	107.4			
100	0.15	105			
200	0.175	8.6			
Pan	-	28.8			

المطلوب:

1) اكمل الجدول اعلاه مع رسم منحني تدرج الحبيبات
2) حساب معامل الانظام والتدرج Cu , Cc
3) تعيين تدرج التربة

نموذج للرسم اللوغارتمي



الاسبوع الخامس

خصائص اللدونة في التربة (حد السيولة ، حداللدونة ، حد الانكماش)

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على مصطلح اللدونة في التربة .
2- ان يميز الطالب بين تربة لدنة وتربة غير لدنة .
3- يتعرف الطالب على الاجهزة المستخدمة .
4- ان يتعرف الطالب على مدى تأثير زيادة او نقصان المحتوى المائي في التربة.

الاختبار القبلي

1- ما المقصود بلدونة التربة ؟
2- مدى تأثير كمية الماء في التربة على لدونتها .

حدود القوام Atterberg s limits

تختلف خواص التربة الناعمة وخصوصا الطين باختلاف محتوى الرطوبة اما ان تكون سائلة او لدنة او صلبة وذلك اعتمادا على محتوى الرطوبة .

اذا كانت التربة بحالة سائلة لا تظهر اي مقاومة ضد المؤثرات الخارجية وتكون مقاومة القص صفر ، واذا تناقص المحتوى الرطوبي فان التربة تمتلك بعض المقاومة وهكذا تزداد المقاومة مع تناقص الماء ، لذلك هناك حدود فاصلة بين حالات التربة اعتمادا على نسبة الماء الموجودة وتسمى حدود (اتربيرغ) وهي حدود فاصلة بالنسبة لمحتوى الرطوبة خاصة التربة المارة من منخل رقم (40) وتشمل تلك الحدود :-

1- حد السيولة (LL) Liquid limit
2- حد اللدونة (PL) Plastic limit
3- حد التقلص (SL) Shrinkage limit

حد السيولة Liquid limit (LL)

هو محتوى الرطوبة الذي يفصل بين حالة التربة السائلة واللدنة او هو نسبة الماء في التربة عند تحولها من حالة سائلة الى حالة لدنة .

ويعرف ايضا بانه محتوى الرطوبة الذي يمكن عنده غلق شق قياسي بتلامس جانبيه لعينة تربة موضوعة في صحن جهاز كاسكراندي عند 25 ضربة .

طريقة العمل

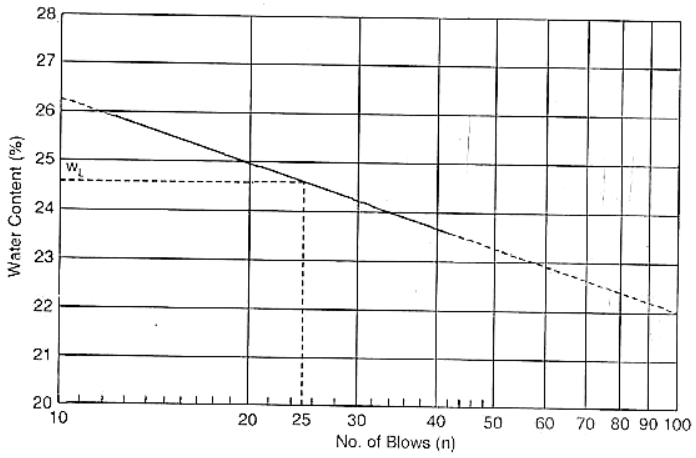
يكون وزن التربة من (150- 200) غرام تمزج مع الماء المقطر الى ان يصبح الخليط متجانس ويوضع على صحن جهاز كاسكراند ويعمل شق قياسي فيه ثم يتم تسجيل عدد الضربات اللازمة لتماس الشق ، يؤخذ جزء من العينة وهي رطبة وتوضع في الفرن لقياس محتوى الرطوبة فيها .

تعاد التجربة مع نسبة قليلة من الماء للجزء الباقي وتسجل عدد الضربات وهكذا لاربع محاولات

ويكون الفحص مقبولا اذا كانت عدد الضربات خلال التجربة بين (10- 40) ضربة

تثبت القراءات في جدول يشمل عدد الضربات N (number of blows) والمحتوى الرطوبي m (water content) المقابل لكل محاولة .

ترسم القراءات على ورق نصف لوغارتمي ، حيث ان عدد الضربات على المحور الافقي بمقياس لوغارتمي ويرسم محتوى الرطوبة على المحور العمودي بمقياس رسم اعتيادي .



(flow curve)

حد اللدونة Plastic limit (PL)

هو المحتوى المائي الذي يفصل بين الحالة اللدنة والحالة شبه الصلبة للتربة وتكون قيمته اقل من حد السيولة .

ويعرف ايضا على انه محتوى الماء الذي تبدء عنده التربة بالتشقق عند دحرجتها على شكل خيط قطره حوالي 3 ملم .

حد التقلص Shrinkage limit (SL)

هو محتوى الرطوبة الذي يفصل بين الحالة شبه الصلبة والحالة الصلبة للتربة .

- قياس وزن وحجم العينة خلال عملية التجفيف وتستخدم طريقة الازاحة بالزئبق لحساب الحجم .

اهمية حدود اتربيرغ

تمثل حدود اتربيرغ احدى خواص التربة الناعمة ولها اهمية في ميكانيك التربة اذ يستفاد منها في حساب هبوط التربة الطينية وفي تصنيف التربة الناعمة كما انها تستخدم في تصميم طبقات الطرق .

وتستخدم حدود اتربيرغ في حساب بعض المعاملات منها :-

معامل اللدونة **Plasticity Index (PI)**

وهو محتوى الرطوبة الذي تكون عنده التربة لدنة ويساوي الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة ويرمز له بالرمز PI

$$(PI = LL – PL)\%$$

و لمعامل اللدونة علاقة بخواص التربة المختلفة مثل اللدونة plasticity ونوع التربة وحالة تماسكها وقابلية الانتفاخ .

الاختبار البعدي

1- عرف حد السيولة في التربة .
2- ما هو الجهاز المستخدم لقياس حد السيولة .
3- كيف تؤثر زيادة المحتوى المائي على خصائص التربة الناعمة .

الاسبوع السادس والسابع

تصنيف التربة باستخدام طريقة التصنيف الموحدة UCS

الاهداف السلوكية

1- ان يعرف الطالب معنى تصنيف التربة.
2- ان يتعرف الطالب على الرموز المستخدمة في التصنيف.
3- يتعرف الطالب على خطوات التصنيف واستعمال المخططات الخاصة به.
4- يستطيع الطالب التمييز بين مجموعة التربة الخشنة ومجموعة التربة الناعمة .

الاختبار القبلي

ما المقصود بتصنيف التربة ؟

تصنيف التربة

ان تصنيف التربة يعني تسميتها واطلاق صفة لها وذلك بالاعتماد على خواصها الهندسية ، ويتم ذلك بوضع حدود اختيارية يقترحها نوع التصنيف ، فمثلا نقول تربة رملية اذا كانت تحوي نسبة عالية من الرمل ولها صفاته وخواصه .

والتصنيف يعتمد على الغرض من استخدام التربة فقد يكون التصنيف لاغراض زراعية او هندسية او جيولوجية او غير ذلك ، وبمعرفة نوع التربة يمكن حل المشاكل التي قد تظهر عند استخدامها .

طريقة التصنيف الموحد USCS Classification

يستخدم هذا التصنيف لكل انواع التربة وهو الاكثر استخداما في ميكانيك التربة حيث يتم تصنيف التربة الخشنة حسب حجم الحبيبات والتربة الناعمة حسب حدود اتربيرغ ويسمى ايضا بتصنيف كاسكراندي . اي يعتمد على التوزيع الحبيبي للتربة ونتائج التحليل الميكانيكي لها .

وحسب نسبة التربة المارة من منخل رقم 200 يوزع التربة الى مجموعتين :

1) مجموعة التربة الخشنة وتشمل (الحصى والرمل) وذلك عندما تكون نسبة المار من منخل رقم 200 اقل من (50%) ، وتأخذ الرمز G للحصى عندما تكون نسبة المتبقي على منخل رقم 4 اكبر او يساوي (50%)، وتأخذ الرمز S للتربة الرملية عندما تكون نسبة المتبقي على منخل رقم 4 اقل من (50%) ، اي تقع بين منخل رقم 4 ومنخل رقم 200 .

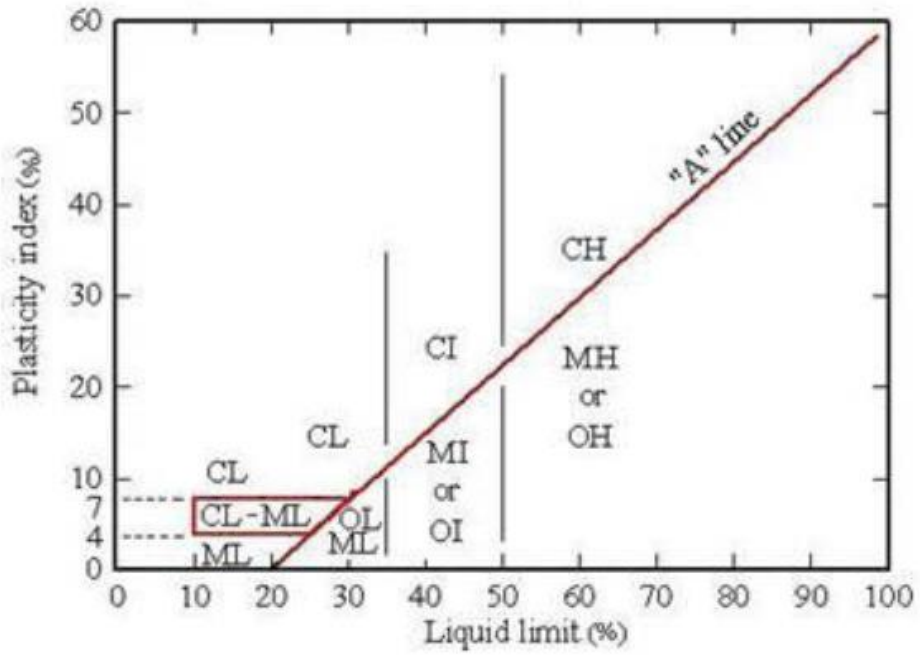
فأذا كانت نسبة المار من منخل رقم 200 اقل من (5%) اي ان المواد الناعمة تتراوح نسبتها (0-5)% وهي نسبة قليلة جدا لذلك يتم حساب معاملي الانتظام والتدرج
(Cc , Cu) ومقارنتهما بالحدود المسموحة ومن ثم تصنيف التربة الى جيدة اذا كانت ضمن المواصفات او رديئة اذا كانت خارج حدود المواصفات .وتأخذ التربة الرموز التالية GW, GP, SW , SP .

اما اذا كانت نسبة المار من منخل رقم 200 اكبر من (12%) اي ان نسبة المواد الناعمة تكون عالية لذلك يتم حساب حد السيولة LL ومعامل اللدونة PI للتربة الناعمة المارة من (منخل رقم 40) وبالرجوع الى مخطط اللدونة plasticity chart يمكن تحديد نوع التربة الناعمة اذا كانت النقطة تقع اسفل A-line غرين واذا كانت اعلى A-line تكون طين ، وتأخذ الرموز التالية GM , GC , SM , SC

2) مجموعة التربة الناعمة وتشمل (الغرين والطين) عندما تكون نسبة المار من منخل رقم 200 اكبر او يساوي (50%) . فيتم حساب حد السيولة LL ومعامل اللدونة PI وبالرجوع الى مخطط اللدونة plasticity chart يمكن تحديد نوع التربة الناعمة اذا كانت النقطة تقع اسفل A-line غرين واذا كانت اعلى A-line تكون طين واذا تقع يمين B-line عالي اللدونة واذا يسار B-line منخفض اللدونة ، وتأخذ الرموز التالية CL,CH,ML,MH

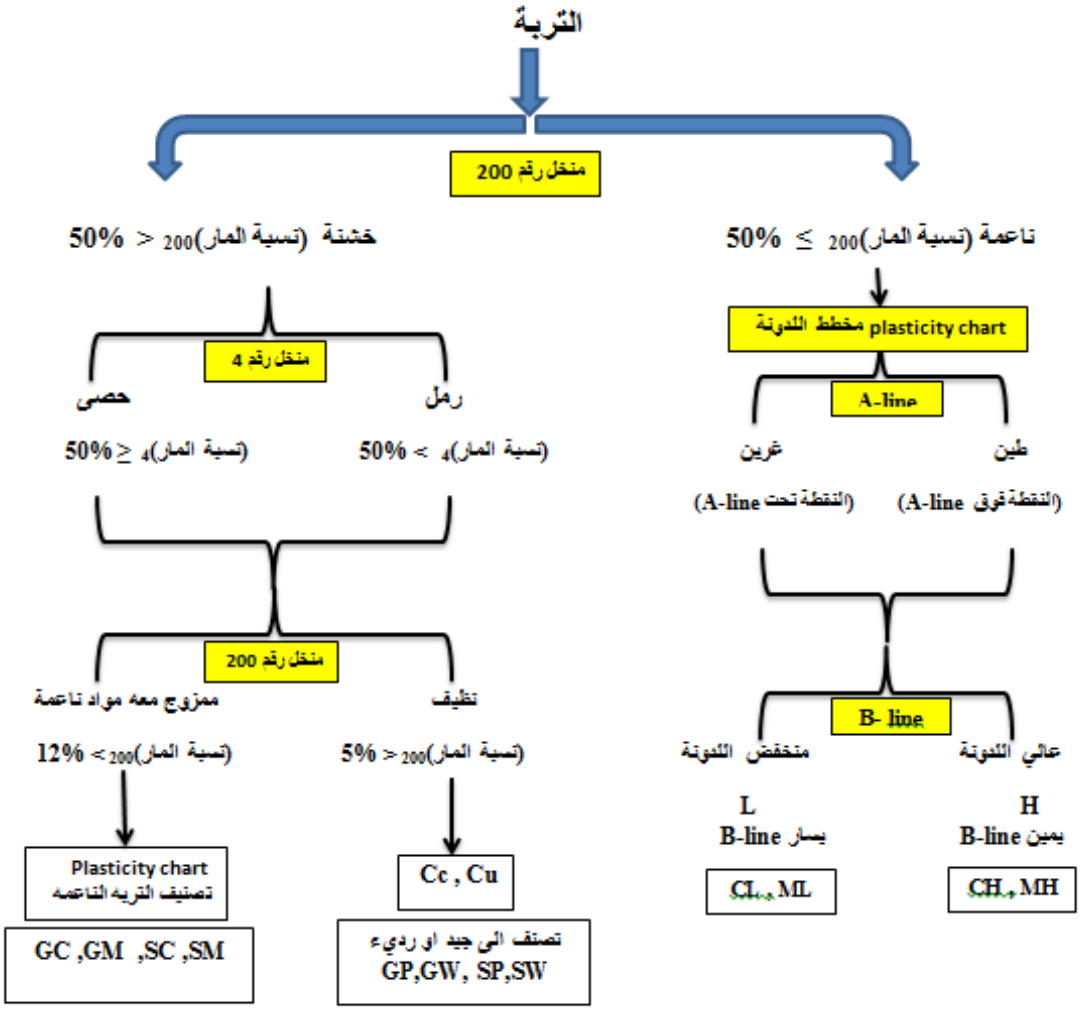
جدول يبين الرموز الرئيسية والثانوية في التصنيف

	الرموز الثانوية		الرموز الرئيسية	
	الرمز	حالة التربة	الرمز	نوع التربة
	W	Well graded جيدة التدرج	G	Gravel حصى
	P	Poorly graded رديئة التدرج	S	Sand رمل
LL>50%	H	High plasticity عالي السيولة	M	Silt غرين
LL<50%	L	Low Plasticity منخفض السيولة	C	Clay طين
	M,C	Silty , Clayey الغرينية ، الطينية	O	Organic عضوي



Plasticity chart

رسم توضيحي يبين خطوات التصنيف



مثال

باستخدام طريقة التصنيف الموحد ماهي التربة التي لها الخواص التالية :

حد السيولة = 45% و حد اللدونة = 16%

رقم المنخل	حجم المنخل mm	النسبة المارة %
3/4 عقدة	19	100
1/2 عقدة	12.5	74
4	4.75	50
10	2	41
40	0.425	28
200	0.075	17

الحل

1- بما ان النسبة المارة من منخل رقم 200 تساوي 17% وهي اقل من 50% اذن التربة خشنة .

2- بما ان التربة المارة من منخل رقم 4 تساوي 50% اذن التربة حصى

3- النسبة المارة من منخل رقم 200 تساوي 17% وهي اكبر من 12% لذلك نستخدم منحني اللدونة .

PI=LL-PL =45-16= 29% ، LL= 45%

ومن الرسم فان نقطة التقاطع تقع فوق A- line فالمواد الناعمة تكون طينية اذن التربة هي حصى طيني clayey gravel (GC)

مثال

اكتب رمز كل من الترب التالية وحسب التصنيف الموحد :

طين غريني ، تربة عضوية ، حصى جيد التدرج

الحل

طين غريني silty clay CM

تربة عضوية organic soil O

حصى جيد التدرج gravel well graded GW

الاختبار البعدي

باستخدام نظام التصنيف الموحد ماهو تصنيف التربة التي لها النتائج التالية :

- نسبة المار من منخل رقم 4 = 70%
- نسبة المار من منخل رقم 200 = 38%
- حد السيولة LL = 42%
- حد اللدونة PL = 26%

الاسبوع الثامن والتاسع

نفاذية التربة _ Permeability Of Soil (نفاذية الترب الخشنة ، نفاذية الترب الناعمة ، طرق قياسها مختبريا وحقليا)

الاهداف السلوكية

1- يتعرف الطالب على مصطلح النفاذية .
2- يتعرف الطالب على العوامل المؤثرة على نفاذية التربة .
3- يكون لدى الطالب معرفة بأهمية دراسة نفاذية التربة وتأثيرها على المنشآت الهندسية.

الاختبار القبلي

1- ما معنى نفاذية التربة ؟
2- اي انواع الترب تكون ذات نفاذية عالية ؟

نفاذية التربة Permeability Of Soil

تعرف النفاذية بانها خاصية المادة التي تسمح بمرور او تسرب الماء خلال فراغاتها . اي اذا امتلكت المادة فراغات مستمرة تكون نفاذة ، فمثلا للحصى نفاذية عالية (highly permeable) بينما نفاذية الطين تكون قليلة (least permeable) او impermeable .

ان دراسة نفاذية التربة لها اهمية في حل كثير من المشاكل الهندسية منها:-

1. ايجاد نسبة هبوط التربة الطينية settlement of saturated soil
2. حساب تسرب الماء خلال السدود الترابية seepage through earth dams
3. تصميم شبكات المبازل للاراضي من حيث مواقع انابيب البزل .

العوامل المؤثرة على نفاذية التربة

1- حجم حبيبات التربة grain size

تزداد النفاذية بزيادة حجم الحبيبات وذلك لزيادة حجم الفراغات الموجودة في كتلة التربة .

2- خواص السائل properties of the pore fluid

تـزداد النفاذيـة بزيـادة كثافـة المـاء وتقـل بزيـادة لزوجتـه ، وحيـث ان لزوجـة المـاء تتغير بتغير درجة الحرارة كلما زادت درجة الحرارة قلت اللزوجة .

3- نسبة الفراغات void ratio

تزداد النفاذية بزيادة نسبة الفراغات في التربة .

4- ترتيب الحبيبات arrangement of particles

تختلف النفاذية باختلاف ترتيب الحبيبات فان ترتيب الحبيبات باشكال منتظمة تسهل عملية مرور الماء بشكل كبير .

5- درجة التشبع degree of saturation

تزداد النفاذية بزيادة درجة التشبع للتربة (نفاذية التربة المشبعة جزئيا اقل من نفاذية التربة المشبعة كليا) وذلك بسبب الفجوات الهوائية التي تعيق حركة الماء .

6- وجود الهواء والمواد العضوية في التربة

ان وجود الهواء والمواد العضوية في فراغات التربة يعمل على اعاقة مرور الماء خلالها وبالتالي تقل النفاذية .

طرق قياس نفاذية التربة مختبريا

1- نفاذية الترب الخشنة (طريقة العمود الثابت)

تستخدم هذه الطريقة لحساب نفاذية التربة الخشنة تستغرق هذه التجربة وقت قليل وذلك لسهولة جريان الماء بتأثير انحدار مائي بسيط حيث يتم قياس الماء النافذ خلال نموذج التربة المراد ايجاد قيمة معامل النفاذية له خلال فترة زمنية معينة .

يتم قياس طول العينة (L) وحساب مساحتها الكلية (A) ويتم حساب ارتفاع شحنة الماء (h) وهو الفرق بين مستوى الماء في سطح الخزان الى الخزان السفلي (الفرق بين مستوى الماء في البيزومترات) .

$$K = \frac{Q \ L}{t \ h \ A}$$

A= مساحة مقطع التربة العمودي على اتجاه الجريان (cm^2)

K = معامل النفاذية او معامل دارسي (cm/sec)

Q = حجم الماء المتجمع (التصريف) (cm^3)

t = الزمن اللازم لتجمع االمياه النافذة (sec)

h = ارتفاع شحنة الماء (cm)

L = طول مسار الماء (cm)

2- نفاذية الترب الناعمة(طريقة العمود المتغير)

تستخدم هذه الطريقة لقياس نفاذية التربة الناعمة (الطين والغرين) ، ويستغرق الماء وقتا طويلا كي ينفذ من خلال عينة التربة ، حيث يسمح للماء بالمرور خلال العينة ويقاس الوقت اللازم لهبوط شحنة الماء (ارتفاع عمود الماء) بمقدار معين .

$$k = 2.3 \ \frac{a \ L}{A \ t} \ \log \ \frac{h_1}{h_2}$$

A= مساحة مقطع التربة العمودي على اتجاه الجريان (cm^2)

K = معامل النفاذية او معامل دارسي (cm/sec)

t = الزمن (sec)

h_1 = ارتفاع شحنة الماء الابتدائي (cm)

h_2 = ارتفاع شحنة الماء النهائي

L = طول مسار الماء (cm)

a= مساحة مقطع الانبوب

مثال

فـي تجربـة اختبـار العمـود المتغيـر لحسـاب النفاذيـة لعينـة مـن التربـة الغرينيـة تـم الحصـول علـى النتـائج التاليـة : طـول العينـة (120mm) ، قطـر العينـة (80mm) ، الارتفـاع الابتـدائي (1200mm) ، الارتفـاع النهـائي (400mm) والـزمن الـلازم لهبـوط المـاء (6mint) ، قطر الانبوب (4mm) احسب معامل النفاذية للتربة .

الحل

$t = 6\ min = 360\ sec$, $h_1 = 120\ cm$, $h_2 = 40\ cm$, $L = 12cm$

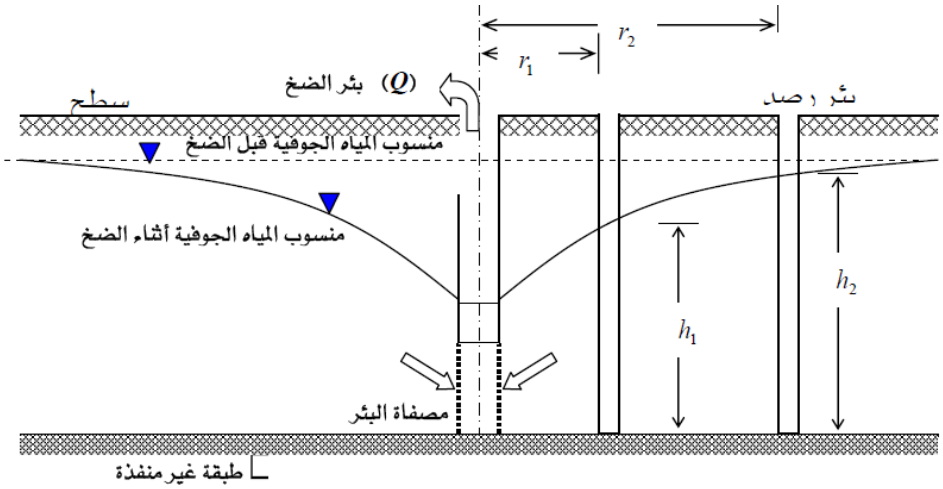
$$a = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (0.4)^2 = 0.1257\ cm^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (8)^2 = 50.265\ cm^2$$

$$K = 2.3 * \frac{0.1257 * 12}{50.265 * 360} \log \frac{120}{40} = 9.159 * 10^{-5}\ cm/sec$$

الطريقة الموقعية لحساب النفاذية (الضخ الاختباري pumping test)

يعد تحديد معامل النفاذية في الموقع اكثر دقة واقرب الى القيمة الحقيقية من تلك التي يتم حسابها بالمختبر وذلك لان الاختبارات الموقعية تتعامل مع طبقات التربة وحبيباتها وخواصها المختلفة ، ان اختبار الضخ هو الاكثر استخداما وتكمن عملية هذا الاختبار بحفر بئر في الطبقة المراد تحديد نفاذيتها حتى تتجاوز المنسوب الاصلي للمياه الجوفية وقد تصل الى الطبقة الغير منفذة كما يلزم حفر عدد من ابار الرصد (observation well) لتحديد منسوب المياه وذلك في وضع قطري وبمسافات مختلفة شرط ان تكون المسافة بين ابار الرصد وبئر الضخ لا تقل عن عشرة اضعاف قطر بئر الضخ .



طريقة الضخ الاختباري

$$K = 2.3 \frac{q}{\pi (h_2^2 - h_1^2)} \log \left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

K = معامل النفاذية (m/ sec)

q = كمية المياه المتدفقة من بئر الضخ (m^3 /sec) (معدل الجريان عند حالة الثبوت)

r_1 = المسافة الافقية بين بئر الضخ وبئر الرصد الاول (m)

r_2 = المسافة الافقية بين بئر الضخ وبئر الرصد الثاني (m)

h_1 = ارتفاع منسوب المياه الجوفية في بئر الرصد الاول (m)

h_2 = ارتفاع منسوب المياه الجوفية في بئر الرصد الثاني (m)

الاختبار البعدي

1- عدد طرق حساب نفاذية التربة ؟

2- اشرح طريقة الضخ الاختباري .

3- عدد العوامل المؤثرة على نفاذية التربة .

الاسبوع العاشر

انواع الاجهادات في التربة ، الاجهاد الكلي والاجهاد الفعال _ Effective stress in Soil

الاهداف السلوكية

1- التعرف على مفهوم الاجهاد في التربة .
2- ان يتعرف الطالب على انواع الاجهادات في التربة .
3- يتعرف الطالب على تطبيق القوانين الخاصة بحساب الاجهادات .

الاختبار القبلي

ما هي اجهادات التربة ؟

الجهد الفعال

تعد معرفة الاجهادات التي تتعرض لها التربة نتيجة وزنها الذاتي من الامور المهمه في علم ميكانيك التربة نظرا لارتباطها بتحديد عدة نتائج مثل :

1- الهبوط المتوقع للتربة .
2- قدرة التربة على مقاومة الاحمال الخارجية .

ان الضغط الواقع على التربة المغمورة بتاثير اي قوة خارجية سيكون رد الفعل الناتج عنه مؤلفا من جزئين الاول يتولد بين جزيئات التربة ويسمى بالاجهاد الفعال (Effective stress) اما الثاني فهو الضغط المتنقل خلال الماء ويعرف بضغط ماء المسام (Pore water pressure) ومع زيادة الاحمال يبدا الماء في التسرب من الفراغات حتى تصبح مقاومة الاحمال عن طريق الحبيبات فقط في حين يكون مجموع هذين الضغطين مايعرف بالضغط الكلي (total normal stress) .
ان مبدأ الجهد الفعال يطبق على التربة المشبعة فقط (fully saturated)

انواع الاجهادات المتولدة :

1- الاجهاد العمودي الكلي (σ_t) (Total Normal Stress) .
هو قوى جميع المواد (تربة +ماء) فوق نقطة معينة لوحدة المساحة .

$$\sigma_t = \gamma . h$$

2- ضغط ماء المسام (**u**) (Pore water pressure) .

وهو ضغط الماء الموجود في فراغات التربة فوق نقطة معينة لوحدة المساحة .

$$u = \gamma_w . h$$

h = ارتفاع الطبقة المشبعة بالماء

u= صفر (عندما يساوي الضغط الجوي)

u= صفر (عندما تكون التربة جافة)

3- الجهد الفعال (**σ**) (Effective normal stress) .

وهو الجهد الذي ينتقل الى نقطة معينة من خلال اجزاء التربة الصلبة فقط

$$\sigma = \sigma_t - u$$

مثال

احسب الجهد الفعال لتربة غرينية عند عمق (10 متر) تحت سطح الارض وفي حالة مشبعة اذا علمت ان الوزن النوعي (2.7) ونسبة الفراغات (45%). ($\gamma_w = 10\ KN/m^3$)

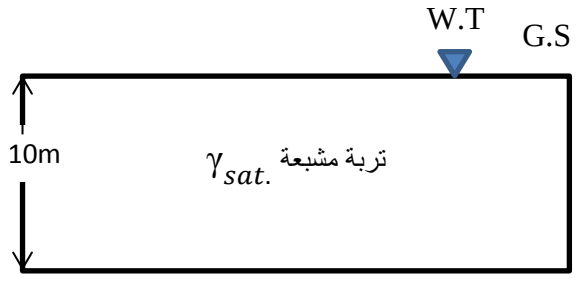
الحل

التربة مشبعة (S= 1)

$$\gamma_{sat.} = \frac{G_s + e}{1 + e}\gamma_w = [\frac{2.7 + 0.45}{1 + 0.45}] * 10 = 21.7\ kn/m^3$$

$$\sigma = \sigma_t - u = \gamma h - \gamma_w h$$

$$= 21.7 * 10 - 10 * 10 = 117\ kN/m^2$$



الاختبار البعدي

عدد انواع الاجهادات في التربة مبينا الفرق فيما بينهم .

الاسبوع الحادي عشر

الضغط الجانبي في التربة Lateral Earth Pressure ، شرح انواع المرشحات Filters

الاهداف السلوكية

1- يتعرف الطالب على مفهوم الضغط الجانبي للتربة .
2- يتمكن الطالب من تطبيق القوانين الخاصة بحساب ضغط التربة الجانبي .
3- يتعرف الطالب على انواع المرشحات في التربة.

الاختبار القبلي

1- ما هو الضغط الجانبي للتربة ؟
2- ما معنى مرشحات التربة .

الضغط الجانبي للتربة

تعد الجدران الساندة من العناصر الانشائية التي تحتاجها بعض مشاريع التشييد مثل الطرق والقبب والميول الارضية وتحتاج الجدران الساندة الى تصميم هندسي يتناسب مع القوى الناتجة عن ضغط التربة الجانبي ، ولتحديد الضغط الجانبي المؤثر على الجدار الساند فأن هناك مجموعة عوامل للتربة يجب معرفتها لضمان التصميم المناسب الذي يحقق حالة استقرار الجدار ويمنع انهياره، وهذه العوامل هي :-

- وحدة وزن التربة
- زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة
- تماسك التربة
- منسوب المياه الجوفية

ان الهدف من دراسة ضغط التربة الجانبي يكمن في تحديد محصلة ضغط التربة واتجاهها ونقطة تأثيرها على الجدار الساند او الحاجز الترابي ، وهناك ثلاثة انواع من الضغوط الجانبية التي تتعرض لها الجدران الساندة او الحواجز الترابية وهذه الضغوط هي :-

1- الضغط الجانبي في حالة السكون او الراحة Earth pressure at rest
2- الضغط الايجابي Active pressure
3- الضغط السلبي passive pressure

1- الضغط في حالة السكون Pressure at rest

في حالة ضغط السكون يكون الجدار الساند غير متحرك وممنوع من الحركة سواء كان في الاتجاه الخارجي او في اتجاه التربة ، وتحسب قيمة ضغط التربة الجانبي في حالة السكون كنسبة من الضغط الرأسي المعلوم .

$$\boldsymbol{\sigma_o = k_o \times \sigma_v}$$

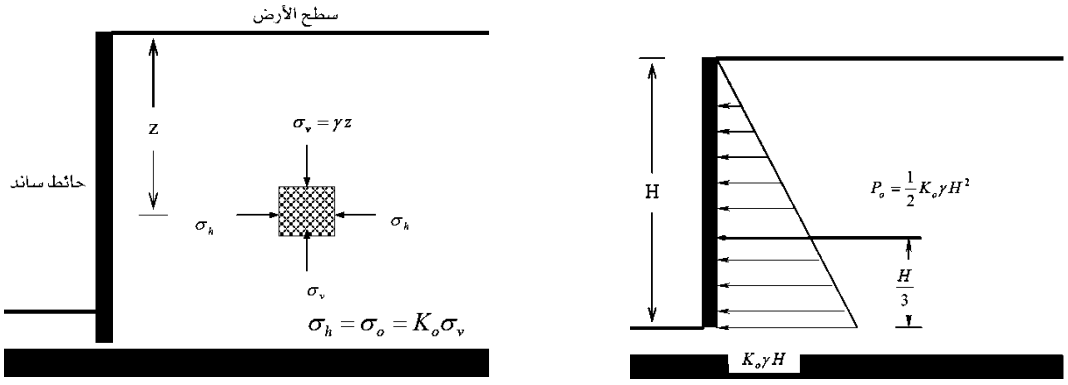
حيث ان σ_v تمثل ضغط التربة الرأسي (العمودي) تحت تأثير وزنها (الجهد الفعال)

$$\sigma_v = \gamma\, h$$

اما k_o تعني معامل الضغط اثناء السكون وتتراوح قيمته بين (0.5- 1)

$$k_o = 1 - \sin \emptyset$$

$\emptyset$ تمثل زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة



شكل يبين ضغط التربة الجانبي وتوزيعه في حالة السكون

ان توزيع ضغط التربة الجانبي خلف الجدار الساند في حالة السكون وبارتفاع الجدار H يمثلها الشكل اعلاه ، حيث ان مساحة شكل توزيع الضغط الجانبي تساوي قوة الضغط p_o

$$\boldsymbol{p_o = \frac{1}{2}\, k_o\, \gamma\, H^2}$$

اما نقطة تأثير محصلة الضغط فتقع على مسافة (H/3) من اسفل الجدار .

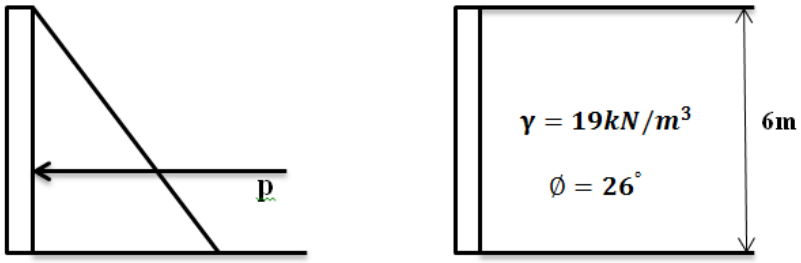
2- الضغط الايجابي Active Pressure

يعرف الضغط الايجابي للتربة بأنه الضغط المؤثر على الجدار الساند والمؤدي الى ازاحة بسيطة له في اتجاه الخارج ومبتعدا عن التربة ويحصل في هذه الحالة نقص في اجهادات التربة ويعبر عنه بـ σ_a .

3- الضغط السلبي Passive Pressure

وهو الضغط المؤثر على الجدار الساند والمؤدي الى ازاحة تدريجية في اتجاه التربة (الى الداخل) وفي هذه الحالة تزداد اجهادات التربة ويعبر عنه بـ p_p .

مثال 1/ جدار ساند بارتفاع (6m) يسند تربة رملية لها زاوية احتكاك داخلي 26 درجة وكثافة ($19kN/m^3$)، احسب ضغط التربة الجانبي في حالة السكون لكل متر طول من الجدار الساند.



$$\sigma_o = k_o \times \sigma_v = k_o \times \gamma h$$
$$k_o = 1 - \sin \emptyset = 1 - \sin 26^\circ = 0.56$$
$$\sigma_o = 0.56 \times (19 \times 6) = 64\ kN/m^2$$
$$p = \frac{1}{2} \times 64 \times 6 = 192\ kN/m$$

المرشحات الرملية

تستخدم المرشحات في المنشآت الهندسية المختلفة المتضمنة تسرب الماء خلال التربة مثل السدود الترابية وانابيب البزل وذلك لترشيح الماء المتسرب خلال التربة . تمنع التآكل والتعرية

ويمكن تعريف المرشح على انه طبقة او اكثر من التربة ذات حبيبات اكبر حجما من التربة الاصلية المطلوب ترشيح الماء منها ولها نفاذية اعلى ايضا . اي ان طبقات المرشح مرتبة بحيث تسمح بمرور الماء بسهولة وتمنع دقائق التربة من المرور .

يتم تصميم المرشحات بحيث تكون حبيباتها :-

- ناعمة ومتدرجة كي لا تسمح بخروج حبيبات التربة الاصلية الناعمة مع الماء .
- خشنة كي تسمح للماء بالمرور خلالها .

مواصفات المرشحات الجيدة الترشيح وضعت من قبل العالم (ترزاكي)

أ- ان تكون $4 < \frac{D_{15}\ (\text{تربة المرشح})}{D_{15}\ (\text{التربة الاصلية})} < 20$

ب- ان تكون $\frac{D_{15}\ (\text{تربة المرشح})}{D_{85}\ (\text{التربة الاصلية})} < 5$

ت- ان تكون $\frac{D_{50}\ (\text{تربة المرشح})}{D_{50}\ (\text{التربة الاصلية})} < 25$

ث- ان يكون منحني توزيع الحبيبات لتربة المرشح موازيا لمنحني التربة الاصلية .

(D_{15} ، D_{85} ، D_{50}) لكل من المرشح والتربة المحمية تستخرج من منحني توزيع الحبيبات للمرشح والتربة .

الاختبار البعدي

1- عدد انواع الضغوط الجانبية للتربة مع شرح مختصر لكل نوع.
2- ارسم توزيع ضغط التربة الجانبي خلف جدار ساند في حالة السكون وبين نقطة تأثيره.
3- عرف المرشح الرملي .
4- ماهي مواصفات المرشحات الجيدة الترشيح .

الاسبوع الثاني عشر

تحسين خواص التربة ، الطريقة الميكانيكية (الرص compaction)

الاهداف السلوكية

1- ان يعرف الطالب مفهوم تحسين التربة .
2- ان يعرف الطالب الهدف من تحسين التربة .
3- ان يتعرف الطالب على الطريقة الميكانيكية (رص التربة) والهدف منها.

الاختبار القبلي

ما اهمية تحسين التربة ؟

رص التربـــــة (Soil Compaction)

رص التربـة او حـدل التربـة هـو عمليـة الحصـول علـى كثافـة عاليـة للتربـة بتسـليط دورات متكـررة مـن الاحمـال وبـانواع مختلفـة ، يـتم خـلال الحـدل طـرد الهـواء مـن فراغـات التربـة وزيـادة التقـارب بـين حبيباتهـا وبوجـود المـاء بنسـبة معينـة كعامـل مسـاعد، ممـا يـؤدي الـى اسـتقرار المنشـآت الهندسـية وثباتهـا. ولـرص التربـة اهميـة فـي ميكانيـك التربـة والاسـس ولـه تطبيقـات كبيـرة فـي انشـاء الابنيـة والطـرق والمـدرجات والسـدود وغيرهـا . يعتبـر الحدل من الطرق الفعالة في تحسين خواص التربة .

الأهداف والفوائد من عملية الرص :

1- تزيد من كثافة التربة وتحسن خواصها الهندسية .
2- زيادة مقاومة التربة للقص نتيجة تراص حبيباتها.
3- زيادة قوة تحمل التربة .
4- تقليل نفاذية التربة وبالتالي تقليل مشاكل الرشح خلال المنشآت الترابية .
5- تقليل مقدار الهبوط في التربة والمنشآت المقامة عليها .

الاسبوع الثالث عشر

انواع فحوصات الرص المختبرية ، طرق الرص الحقلية

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على انواع الفحوصات المختبرية.
2- ان يتعرف الطالب على اهمية تحديد الكثافة الجافة العظمى ومحتوى الرطوبة الامثل لتربة.
3- يتعرف الطالب على اجراء الفحوصات مختبريا وحقليا .

انواع فحوصات الرص المختبرية

الغاية من فحص الرص هي لايجاد الكثافة الجافة العظمى والمحتوى الرطوبي الامثل ، يتم ايجاد الكثافة الجافة العظمى في المختبر من خلال اخذ عينة من تربة الموقع ويتم الفحص والذي يسمى فحص (بروكتر) والذي يقسم الى قسمين .

1- الرص القياسي standard proctor compaction
2- الرص المعدل modified proctor compaction

جدول يبين مقارنة بين الرص القياسي والرص المعدل

الرص المعدل modified	الرص القياسي standard	المواصفات description
5	3	no. of layer عدد الطبقات
25	25	no. of blows عدد الضربات / طبقة
4.5 kg	2.5 kg	weight of hummer وزن المطرقة
45 cm	30 cm	height of hummer fall ارتفاع سقوط المطرقة
946 cm^3	946 cm^3	volume of mold حجم القالب
مدارج الطائرات ، طرق المرور السريع	الطرق ، الابنية	الغرض من الفحص

طريقة العمل

1- يتم وزن القالب وهو فارغ قبل استخدامه (w_1).

2- يجري الفحص على التربة المارة من منخل (رقم 4) ووضعها في قالب الرص بعد اضافة كمية من الماء لها.

3- تحدل التربة وبعدد طبقات معين حسب طريقة الفحص (3 ،5) وبعدد ضربات 25 ضربة لكل طبقة .

4- يوزن قالب الرص مع التربة المرصوصة (w_2).

5- يستخرج وزن التربة المحدولة فقط ($w = w_2 - w_1$) .

6- يحسب حجم القالب ($v = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h$) .

7- يتم ايجاد المحتوى الرطوبي للتربة المحدولة (m%) .

8- تحسب الكثافة الكلية (الرطبة) ($\gamma = w/v$) .

9- تحسب الكثافة الجافة من المعادلة

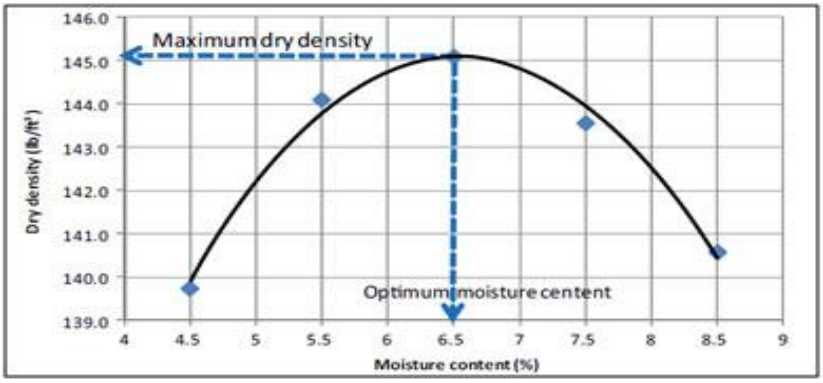
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+m}$$

10- تكرر المحاولات بعدد لا يقل عن 4 اربع محاولات بحيث تتضمن نقصان في الوزن والكثافة عند محتوى رطوبة عالي .

11- يتم تنظيم جدول البيانات بالشكل التالي :

المحاولات	وزن التربة (غم) ($w = w_2 - w_1$)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3) (γ = w/v)	المحتوى الرطوبي (m%)	الكثافة الجافة (غم/سم^3) $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+m}$
1				
2				
3				

12- يرسم منحني الحدل (compaction curve) والذي يمثل العلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة الجافة بمقياس رسم اعتيادي وتحسب قيمة الكثافة الجافة العظمى (max.dry density) والمحتوى الرطوبي الامثل (optimum moisture content)



منحني الحدل compaction curve

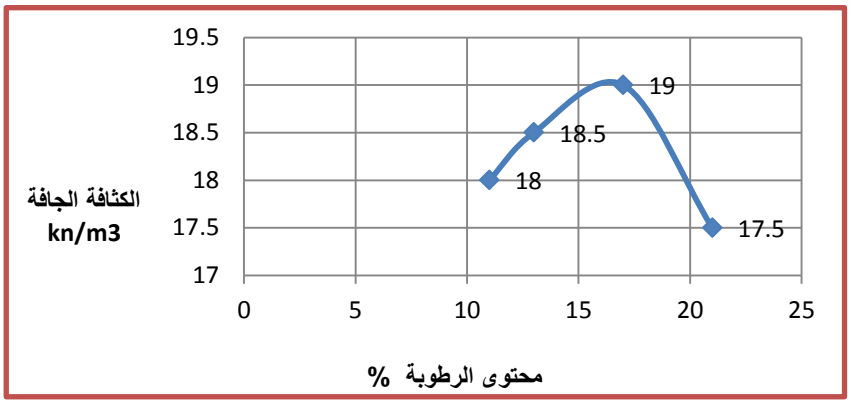
<u>مثال 1</u>

عينة من التربة اجري عليها فحص الرص القياسي وكانت النتائج كما يلي :

محتوى الرطوبة %	11	13	17	21
الكثافة الجافة kN/m^3	18	18.5	19	17.5

المطلوب / 1- رسم منحني الحدل compaction curve

2- ايجاد الكثافة الجافة العظمى ومحتوى الرطوبة الامثل لتلك التربة .



من منحني الحدل compaction curve نجد ان الكثافة الجافة العظمى

($\gamma d\ max. = 19.1\ kn/m^3$) ومحتوى الرطوبة الامثل (o.m.c = 16%)

طرق الرص الحقلية Field Compaction Methods

ان اختيار طريقة الرص الحقلية يعتمد على:

1- نوع التربة

2- الغرض الهندسي من المنشأ.

3- سمك طبقة التربة المراد رصها.

4- مساحة الموقع والظروف المحيطة.

ومن اهم الطرق الشائعة للرص الحقلي هي :

1- الرص بالدكاك Compaction by rammers
يتم استخدام دكاكات يدوية او آلية و (تكون مناسبة للتربة ذات الحبيبات الدقيقة مثل الطين) وتستخدم في المناطق الضيقة وفوق الاسس .

2- الرص بالمداحل Compaction by roller وهي اكثر الطرق شيوعا و لها انواع متعددة مثل :
- مداحل القدم الغاطس (للتربة الطينية اللدنة)
- مداحل العجلات الفولاذية (للتربة الرملية او المختلطة) والطبقات السطحية
- مداحل الاهتزاز (للتربة الرملية والحصوية)

3- الرص بالهزاز vibration Compaction
(يستخدم في الترب الخشنة مثل الرمل والحصى)

4- الرص بالسقوط الحر impact compaction
يتم باسقاط كتلة ثقيلة من ارتفاع معين على سطح التربة وهي فعالة في المشاريع الكبرى وتحسين التربة تحت الطرق والسدود .

الاختبار البعدي

1- عدد انواع الرص المختبرية .

2- ما الفرق بين الرص القياسي والرص المعدل ؟

3- ما العلاقة بين الكثافة الجافة للتربة ومحتوى الرطوبة الامثل ؟

4- عدد طرق الرص الحقلية واشرحها بشكل مختصر.

الاسبوع الرابع عشر والخامس عشر

الطرق الاخرى لتحسين خواص التربة وتثبيتها (التثبيت بالسمنت ، التثبيت بالاسفلت و التثبيت بالنورة)

الاهداف السلوكية

1- ان يعرف الطالب مفهوم تثبيت التربة.
2- ان يتعرف الطالب على الطرق المختلفة في تثبيت التربة من المواد المضافة .
3- ان يعرف الطالب اهمية تثبيت التربة .

الاختبار القبلي

1- ما معنى تثبيت التربة ؟
2- ماهي فائدة تثبيت التربة .

تثبيت التربة وتحسين خواصها الهندسية

ان عملية تثبيت التربة تعني تغيير خصائصها نحو الاحسن باستخدام طرق مختلفة منها الطرق الكيمياوية والفيزياوية والميكانيكية بحيث تخدم الاعمال الهندسية بالشكل المطلوب . وان عملية التثبيت تستخدم لجعل الانشاء فوق التربة الضعيفة ممكنا وجعل التربة اقل تأثرا للمؤثرات الخارجية .

ان اهم الخواص الهندسية المراد تحسينها عند التثبيت هي :-

1- قابلية التحمل (حيث تزداد قابلية التحمل خلال عملية التثبيت)
2- الانضغاطية (تقل قابلية انضغاط التربة عند التثبيت)

وعند استخدام طرق التثبيت للتربة العميقة سوف تقل النفاذية وتحسن قوة التربة وتقل الانضغاطية كما في عملية انشاء السدود والانفاق تحت الارض .

طرق التثبيت

1- التثبيت بالاسمنت / وهي عملية مزيج من التربة وكمية محددة من السمنت البورتلاندي مع الماء وترص بشكل جيد وتستعمل للترب (الطينية والغرينية) . و التربة المثبتة بواسطة الإسمنت والمصممة بشكل جيد لا تتحلل في وجود الماء و تقاوم عوامل التفكك الناتجة عن التأثيرات والعوامل البيئية . وتستخدم مزجة

(السمنت –تربة) في المجالات التالية :- في طبقات الاساس وما تحت الاساس وتربة اكتاف الطريق السطحية ، في مواقف السيارات ، في السدود الترابية واسس بعض المنشآت .

2- التثبيت بالنورة / وهي عبارة عن اوكسيد الكالسيوم المتحرر من حجر الكلس و تتفاعل النورة مع الطين حيث يتحول الى تكوين حبيبي وبعد عملية الحدل يحدث تماسك بين النورة ومادة السليكا والالومينا الموجودتين في الطين وتزداد قوة التربة وثباتها ومقاومتها للمؤثرات الخارجية . وتكون استخداماتها في المجالات التالية :-

أ- تثبيت التربة الحصوية – الطينية لاستخدامها كطبقة اساس في الطرق وتكون بنسبة (2-4) % وزنا .

ب- تثبيت التربة الطينية الثقيلة لاستخدامها في طبقة الاساس بنسبة(5-10)% وزنا او لطبقة ما تحت الاساس بنسبة (1-3)% . ولا تستخدم النورة مع التربة الرملية الا بعد اضافة مواد اخرى .

3- التثبيت بالاسفلت (القار) / الاسفلت هو المادة الرئيسية التي تستخدم في تثبيت التربة الرملية حيث يعمل الاسفلت على ربط دقائق التربة الى بعضها نتيجة لتوفر التلاصق خاصة اذا كانت التربة حبيبية كالرمل والحصى. وعادة يتم إضافة نسبة من القير تتراوح من 5 إلى 10% حيث تعمل هذه النسبة على تحسين خواص التربة و هذا بدوره يعتمد على عدة عوامل أخرى مهمة مثل : نوع التربة ، المحتوى المائي ، طريقة الدمك المطبقة ، عملية الخلط ، والبيئة المحيطة بالإضافة إلى عملية المعالجة بالترطيب و مدتها.

الاختبار البعدي

1- ماهي الخواص الهندسية المراد تحسينها عند تثبيت التربة .

2- عدد طرق تثبيت التربة واشرح واحدة منها .

الفصل الدراسي الثاني

الاسبوع الاول والثاني

الطرق الحديثة في تثبيت التربة (تسليح التربة _Reinforced Earth_)

الاهداف السلوكية

1- ان يعرف الطالب مفهوم تسليح التربة.
2- ان يتعرف الطالب على المواد المستخدمة في تسليح التربة.
3- ان يعرف الطالب الفرق بين التثبيت الكيميائي والتسليح بالوسائل الفيزيائية .

الاختبار القبلي

ماذا يقصد بتسليح التربة ؟

تسليح التربة Reinforced Earth

تطورت الطرق الحديثة في تثبيت التربة وخاصة تسليح التربة لتوفير حلول فعالة لتحسين خصائص التربة وزيادة قدرتها على التحمل ومقاومة الانهيارات والهبوط خاصة في المشاريع الإنشائية الكبيرة مثل الطرق والسدود والمنحدرات.

يعتبر تسليح التربة من الامور المهمة في هندسة الجيوتكنيك ويمثل احدى الطرائق الفعالة في تثبيت التربة ، اذ يعمل التسليح على تحسين استقرارية التربة وزيادة قابلية تحملها للاثقال المسلطة عليها . ان مفهوم تسليح التربة يتضمن اضافة عناصر تسليح قد تكون طبيعية او صناعية تشترك مع جزيئات التربة في مقاومة الاحمال المسلطة . وان استعمالها الرئيسي هو في انشاء المنشآت الساندة للتربة و الطرق، الجدران الساندة، السدود الترابية و الأسس السطحية واكتاف الجسور وتقوية جوانب الحفر .

ان المواد التي يصنع منها شرائح التسليح ذات معامل مرونة اكبر من معامل مرونة التربة بكثير بحيث تكون الانفعالات المتولدة في التربة اصغر كثيرا فتبقى التربة في حالة السكون .
ان التربة تكون ضعيفة الشد ولكن شرائح التسليح ممكن ان تتحمل قوى الشد المتولدة لذا فان التربة المسلحة ستكون قوية وتقاوم الانضغاط من جهة ولها قوة شد عالية في الاتجاه المرصوص فيها شرائح التسليح فقط ، وهذا يعني انه اذا تأثرت التربة بقوى جانبية فان التسليح الافقي سيكون عديم الفائدة ويجب ان تسلح التربة عندئذ بشرائح رأسية لمقاومة قوى الشد بالاتجاه الرأسي ايضا .

انواع المواد المستخدمة في التسليح

1- التسليح بالجيوسيل (Geo cells)
عبارة عن خلايا ثلاثية الأبعاد من مواد بلاستيكية يتم ملؤها بالتربة أو الحصى , توزع الأحمال على مساحة أوسع، وتزيد من مقاومة القص والانزلاق خصوصًا في التربة الضعيفة.

2- استخدام الجيوكرد (Geo grids)
وهي شبكات بلاستيكية قوية تُدمج في التربة لتحسين مقاومتها تُستخدم في الجدران الساندة ، الأساسات، الطرق وتعزيز التربة خلف الحواجز.

3- استخدام الأقمشة الأرضية (Geo textiles)
وهي مواد نسيجية صناعية تسمح بمرور الماء وتمنع اختلاط الطبقات وظيفتها ترشيح، فصل، تعزيز، وحماية التربة.

4- ألياف التسليح (Fiber Reinforcement)
تُضاف ألياف صناعية أو طبيعية إلى التربة لزيادة مقاومة القص وتقليل الانكماش.

5- الحقن بالمواد الكيميائية (Chemical Grouting)
يتم حقن مواد كيميائية في التربة لزيادة تماسكها وتقليل نفاذيتها تكون مناسبة للترب الرملية والطينية.

6- الدعامات الأرضية (Soil Nailing)
تسليح التربة باستخدام قضبان فولاذية تثبت داخل المنحدرات أو الحفريات وتُغطى بطبقة خرسانية.

7- الحقن بالرغوة أو البوليمرات
وهي تقنية حديثة لتقوية التربة تحت الأساسات أو الأرضيات ، مميزاتها تكون سريعة، نظيفة، غير تدميرية.

متى يستخدم تسليح التربة؟

1- في حالة التربة الضعيفة القابلة للهبوط
2- تحت الطرق والجسور والسدود والمنشآت الثقيلة .
3- عند بناء جدران ساندة او منحدرات ترابية حادة .

الاختبار البعدي

1- عدد المواد المستخدمة في تسليح التربة .
2- ما الفرق بين التثبيت بالطرق الكيماوية والتسليح.
3- متى يستخدم تسليح التربة.

الاسبوع الثالث

نسبة التحمل الكاليفورني California Bearing Ratio (CBR) واهميتها في تنفيذ الطرق

الاهداف السلوكية

1- ان يعرف الطالب الغرض من اختبار CBR .
2- ان يتعرف الطالب على الاجهزة والادوات المستخدمة في الفحص.
3- ان يتعلم الطالب اهمية اختبار CBR في تصميم طبقات الطرق.

الاختبار القبلي

ماهو اختبار التحمل الكاليفورني؟

اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)

وضع هذا الفحص من قبل كاليفورنيا 1929 كوسيلة لقياس قوة تحمل التربة ولتقييم القوة الميكانيكية لطبقات الطريق ، يقوم هذا الفحص بقياس مقاومة التربة للقص تحت ظروف رطوبة وكثافة مسيطر عليها . ويعرف نسبة التحمل الكاليفورني بانها النسبة بين الثقل اللازم لاختراق مكبس مساحته ($19.4cm^2$) الى عمق معين من التربة الى ثقل الوحدة القياسية اللازمة للحصول على نفس عمق الاختراق في عينة من الحجر المكسر. ويمكن اجراء الاختبار فى المعمل أو فى الموقع .

$$(\boldsymbol{CBR}) = \frac{\text{ثقل وحدة الفحص}}{\text{ثقل الوحدة القياسية}} \times \mathbf{100}$$

ما هو اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا والهدف منه

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) هو اختبار الاختراق لتقييم القوة الميكانيكية للطبقات الفرعية للطرق وطبقات الأساس و القاعدة ، تجربة مخبرية لقياس الضغط اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة تحميل معينة في عينة من التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة ومقارنتها مع نتائج اختبار تربة قياسية. وتهدف إلى تحديد قوة تحمل التربة الطبيعية وطبقة الاساس والاسفلت .

يجري الفحص في جهاز انضغاط باستعمال سرعة (1.27 ملم/ دقيقة) وتؤخذ قراءات للضغط ازاء الاختراق لكل (0.5 ملم) من الاختراق بحيث تشمل قيمة (5 ملم) ثم لكل (2.5 ملم) من الاختراق بحيث يصل الى اختراق كلي يبلغ (12.7ملم) .

جدول بالقيم القياسية

الاختراق (ملم)	الاثقال القياسية (KN)
2.5	13.40
5	20
7.5	25
10	31
12.7	35

مقادير الاختراق

ملم	12.5	10	7.5	5	3.75	2.5	1.875	1.25	0.625

اهمية نسبة تحمل كاليفورنيا في تنفيذ الطرق

1- تحديد سمك طبقات الطريق (تحت الاساس ، الاساس و القاعدة و طبقة الاسفلت) بحيث تتحمل الاحمال المرورية دون فشل او هبوط . (كلما كانت النسبة منخفضة نحتاج الى طبقات اكثر سمكا)
2- تحسين وتصنيف التربة (اذا كانت النسبة اقل من 5% فهذا يدل على ان التربة ضعيفة وتحتاج الى تحسين او استبدال .
3- الفحص الدقيق يساعد في منع هبوط تربة الطريق او تشققها .

الاختبار البعدي

1- ما الغرض من فحص CBR .
2- ما اهمية فحص CBR في تنفيذ وتصميم طبقات الطريق .

الاسبوع الرابع والخامس

الانضمام في التربة Consolidation of Soil وعلاقته بحدوث الهبوط

الاهداف السلوكية

1- يتعرف الطالب على مفهوم الانضمام .
2- ان يتعرف الطالب على العلاقة بين الانضمام وهبوط الاسس .
3- ان يكون الطالب لديه تصور واضح عن اسباب هبوط المباني القائمة على ترب طينية بمرور الزمن .

الاختبار القبلي

ماهو انضمام التربة؟

انضمام التربة

الانضمام هي تلك العملية التي تؤدي الى خروج الماء الزائد من فراغات التربة تحت تأثير الاثقال المسلطة مؤدية الى نقصان في حجم الفراغات وحجم التربة تدريجيا.

عندما يسلط ثقل على تربة مشبعة فأن الثقل بالبداية سوف يتحمله الماء الموجود في المسامات لان الماء نسبيا غير قابل للانضغاط مقارنة مع حبيبات التربة. وان الضغط المتكون في هذه الحالة نتيجة تسليط الاحمال يسمى ضغط ماء المسام pore water pressure وبمرور الوقت سوف يقل ويتلاشى بسبب خروج الماء من الفراغات وعندها ينتقل الثقل تدريجيا الى حبيبات التربة ولهذا فأن جميع الثقل تتحمله حبيبات التربة ويحصل تقلص في حجمها وهذه العملية تدعى بالانضمام.

علاقة الانضمام بهبوط التربة

ان السبب الرئيسي في هبوط التربة هو انضغاط التربة تحت المنشأ ويصاحب ذلك تشوهات وهذه التشوهات الانضغاطية سببها نقصان في حجم الفراغات ويرافق هذا النقصان بحجم الفراغات تغيير وترتيب حبيبات التربة.

وان عملية الانضغاط بسبب خروج الماء من فراغات التربة نتيجة زيادة الاحمال تحدث ببطئ وتستغرق وقت طويل ويطلق على هذه العملية بالانضمام وان الهبوط المرافق له يسمى هبوط الانضمام .

- اذا كانت التربة جافة تكون الفراغات مملوءة بالهواء القابل للانضغاط لذلك فأن التغير بترتيب الحبيبات يكون سريعا.
- اذا كانت التربة مشبعة بالماء الغير قابل للانضغاط فأن العملية تستغرق وقتا طويلا لخروج الماء من الفراغات وترتيب الحبيبات.

لذلك نرى في التربة الخشنة(عالية النفاذية) هذه العملية تحتاج وقت قليل وان الهبوط يحدث اثناء الانشاء ، اما في التربة الناعمة (قليلة النفاذية) فأن هذه العملية تحتاج وقت اطول وان التغيرات تكون بطيئة جدا ولهذا فأن الهبوط يحتاج فترة زمنية طويلة وهذه الحالة تكون اصعب .

الغرض من اجراء فحص الانضمام

ان الغرض من اجراء فحص الانضمام هو ايجاد معامل الانضمام (Cv) ومقداره في التربة الطينية وتستخدم نتائج الفحص في تقدير مقدار الهبوط للمنشأ ، كما يمكن الحصول على معامل النفاذية ومقدار انتفاخ التربة عند ازالة التحميل عنها.

انواع الهبوط

1- هبوط آني (فوري) / يحدث فور التحميل في الترب الرملية .
2- هبوط انضمامي / يحدث ببطء في الترب الطينية.
3- هبوط ثانوي / يحدث بعد اكتمال الانضمام بسبب اعادة ترتيب الحبيبات .

طرق ايجاد معامل الانضمام Cv

1- طريقة لوغارتم الوقت (تعتمد على t_{50}) اي الوقت الذي يسبب 50 % نسبة انضمام وقد اقترحها كاسكراندي .

$$C_v = \frac{0.197 \times H^2}{t_{50}}$$

2- طريقة الجذر التربيعي للوقت (t_{90}) بواسطة تايلر Taylors method

$$C_v = \frac{0.848 \times H^2}{t_{90}}$$

الاسبوع السادس

ظاهرة الانتفاخ swelling والتداعي collapsing

الاهداف السلوكية

1- يتعرف الطالب على انواع خاصة من التربة.
2- يتعرف الطالب على ظاهرة الانتفاخ والتداعي .
3- يتعرف الطالب على خواص التربة المنتفخة والمتداعية وطرق تقليل الانتفاخ والتقلص.

الاختبار القبلي

ما معنى الترب ذات الحالات الخاصة ؟

الترب المنتفخة swelling soil

وهي الترب التي تنتفخ باضافة الماء وتتقلص بالجفاف ومن خواصها :-

1- لها حدود اتربيرغ عالية .
2- غالبا ما تكون غير متجانسة .
3- قوة تحملها واطئة .
4- قابلية انضغاطها عالية .

طرق تقليل الانتفاخ والتقلص

1-يفضل ان يتم الرص بدرجة رطوبة اعلى من الرطوبة المثالية بقليل وكذلك غمر التربة بالماء قبل الانشاء يؤدي الى تقليل الانتفاخ بعد الانشاء

2-يجب ان يكون الاساس على عمق قريب من مستوى الماء الجوفي لتقليل التغيرات الحجمية الناتجة ويجب المحافظة على الاسس وعزلها عن مياه الامطار او مياه اي مصدر آخر عن طريق وضع عوازل مائية حول مناطق الاسس .

3- تثبيت التربة كيمياويا لتقليل قابلية انتفاخها باستخدام النورة .
4- استخدام طريقة التحميل الاضافي (تسليط حمل اضافي قبل الانشاء) .

التربة المتداعية (المتقوضة) collapsing soil

تعرف التربة المتداعية او المتقوضة بانها تلك التربة التي تظهر نقصانا في الحجم بشكل كبير عند ترطيبها بالماء مع او بدون التحميل بالاثقال .

هذا النقصان في الحجم يسمى الهبوط المتداعي او المتقوض collapse settlement الذي يحصل بسبب اكتساب التربة للماء .

❖ يمكن معرفة التربة المتداعية من معرفة خواصها وهي كالتالي :-

1- دقائقها تكون منتظمة الحجم وناعمة الملمس
2- لها مسامية عالية تصل الى 60%
3- كثافتها الجافة تتراوح (1.1 – 1.70)غم/سم^3
4- محتوى الرطوبة لها بين (13 – 39)%
5- تكون قويه وهي جافة ولكن تضعف قوتها عند ترطيبها بالماء .
6- لها قوة تماسك واطئة وقابلية انضغاط عالية
7- تكون مفككة وغير متجانسة وذات قابلية تحمل واطئة.
8- تكون مفككة وذات قابلية تحمل واطئة وغير متجانسة .

كيفية معالجة التربة المتداعية وامكانية الانشاء عليها بامان

يمكن تلافي مشاكل هذه الترب للحصول على امان عالي للمنشآت المشيدة عليها بالطرق التالية:-

1- الطرق التصميمية وتشمل :-
   أ- تصميم اسس عميقة كالركائز وذلك لنقل الاثقال الى طبقة ذات قابلية تحمل عالية.
   ب- تصميم اسس شريطية كي تربط الاعمدة مع بعضها البعض بدل الاسس المنفصلة.
   ت- تصميم اساس حصيري في حالة المساحات الكبيرة .
2- الطرق الانشائية وتشمل :-
   أ- ازالة طبقة التربة المتداعية وابدال تلك الطبقة بمواد ذات ثباتية عالية بعد حدلها جيدا.
   ب- حدل التربة بالموقع بشكل جيد للحصول على درجة تقوض اقل من 1% .
   ت- استعمال الرص الديناميكي لحدل طبقة سميكة من التربة تصل الى 5 متر .

الاسبوع السابع

تعريف مقاومة القص للتربة Shear Strength واهميتها في احتساب مقدار تحمل التربة

الاهداف السلوكية

1- فهم مقاومة القص للتربة
2- يتعرف الطالب على مركبات مقاومة القص

الاختبار القبلي

ماذا تعرف عن مقاومة التربة للقص

مقاومة القص في التربة

عند تسليط اثقال على التربة فان اجهادات داخلية تتولد فيها ويحدث عندها تشوه وتغير في الشكل تقاوم التربة الاثقال المسلطة عليها وتكون هنا مقاومة القص هي المسؤولة عن ذلك . ان مقاومة القص لها اهمية كبيرة في استقرار المنشآت مثل المنحدرات الترابية التي تكون تحت تأثير وزن التربة نفسها او استقرار المنشآت القائمة على التربة والتي تسلط اثقالا خارجية .

ان اجهاد القص هو الذي يتولد داخل التربة نتيجة تسليط احمال خارجية عليها ، اما مقاومة القص التي تظهرها التربة ضد الانفعال والتشوه تأتي من مصادر معينة داخل التربة .

تتكون التربة من حبيبات متراصة ومتماسكة بعضها مع بعض وعند تسليط قوى (اثقال) على التربة فأن اجهادات القص المتولدة تقوم اولا بمحاولة تحريك الحبيبات وانزلاقها على بعضها البعض ويصطحب ذلك تغير في الشكل ، وعند تغلب اجهادات القص على مقاومة التربة يحدث فشل فيها وانهيار للمنشآت المقامة عليها . اذن مقاومة القص هي عبارة عن قابلية التربة لمقاومة الانزلاق على السطح الداخلي للتربة .

تكون حبيبات التربة في حالة تماس وتداخل وتماسك .. ويكون التماس بين سطوح الحبيبات .. والتداخل بين الحبيبات .. اما التماسك فهو نتيجة قوى التجاذب الكهربائي بينها . وبذلك تتكون مقاومة القص في التربة من المركبات التالية :-

1- تداخل وتشابك الحبيبات interlocking
2- الاحتكاك بين الحبيبات عند حركتها friction
3- التماسك والتلاصق بين الحبيبات cohesion

- التربة غير المتماسكة (تشمل الحصى والرمل) تتكون مقاومة القص فيها من مركبتي التداخل والاحتكاك بصورة رئيسية بينما مركبة التماسك تكون ضئيلة او معدومة .
- التربة المتماسكة هي التربة التي تكون فيها مركبة التماسك هي الغالبة في حين تكون مركبتا التداخل والاحتكاك قليلة او مهملة وتشمل الغرين والطين .

$$\tau_S = (\sigma_n . \ tan_\varphi) + c$$

حيث ان :-

τ = مقاومة القص KN/m^2

σ_n = الاجهاد العمودي المسلط KN/m^2

Φ = زاوية مقاومة القص (زاوية الاحتكاك) درجة

C = مقاومة التماسك للتربة KN/m^2

اهمية مقاومة القص في احتساب مقدار تحمل التربة :

1- عادة يحدث فشل التربة تحت الاسس نتيجة تجاوز اجهاد القص قيمته القصوى لذلك يجب تحديد الحد الاقصى للحمل الذي يمكن ان تتحمله التربة .
2- تستخدم معادلة القص بشكل مباشر في معادلة ترزاكي لحساب تحمل التربة .
3- تقدير عمق الاساس وشكله ،(تزداد مقاومة القص مع زيادة العمق بسبب زيادة الجهد الفعال).
4- تأثير مقاومة القص على عامل الامان ، حيث ان تقليل قيمة مقاومة القص في التصميم يساهم في تجنب الفشل المفاجيء.

الاختبار البعدي

1- عرف مقاومة القص للتربة.
2- اذكر مركبات مقاومة القص .
3- ماهي مركبات مقاومة القص للتربة الرملية .
4- اذكر مركبات مقاومة القص للتربة الطينية .

الاسبوع الثامن

فحص القص اللامحصور Unconfined Compression Test

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على مفهوم فحص القص.
2- ان يعرف الطالب نوع الترب التي يجري عليها هذا الفحص وشروطها .
3- التعرف على الاجهزة والادوات المستخدمة في الفحص.

فحص القص اللامحصور (احادي المحور)

يطلق على هذا الفحص القص غير المقيد وتستخدم هنا عينة اسطوانية من التربة ذات قطر (36 ملم) وارتفاع (72 ملم) حيث تكون نسبة الطول الى القطر تساوي 2 . تسلط اثقال عمودية على العينة وتقاس خلال ذلك الازاحة العمودية وحتى فشل العينة . ويمثل الفحص اختبارا بسيطا لتحديد مقاومة القص للتربة الطينية والغرينية ، حيث يتم تحديد تماسك التربة وقوامها . ويتم اجراء حسابات الفحص كالتالي :-

1- حساب الاجهاد العمودي $\boldsymbol{\sigma_n = \frac{P_n}{A}}$

حيث تمثل P_n القوة العمودية بينما تمثل A مساحة مقطع العينة الاسطوانية (مساحة دائرة) وان تلك المساحة تتغير خلال الفحص بسبب تغير قطر العينة وعليه يتم حساب مساحة جديدة عند كل مرحلة من التحميل ثم يحسب الاجهاد العمودي منها وهكذا .

2- يتم حساب مقدار التغير بالطول نتيجة التحميل $\Delta L = L - L_1$

3- يتم حساب مقدار الانفعال $\boldsymbol{\epsilon = \frac{\Delta L}{L}}$

4- يتم حساب معادلة الاجهاد العمودي العامة وعند اية مرحلة من الفحص وكذلك يتم حساب تماسك التربة من المعادلات التالية :-

مقاومة الانضغاط اللامحصور(غير المقيد) ⟵ $\sigma_n = \frac{P_n(1-\epsilon)}{A}$

تماسك التربة (مقاومة القص غير المبزولة) ⟵ $\boldsymbol{c = \frac{\sigma_n}{2}}$

الاسبوع التاسع

فحص القص المباشر Direct Shear Test

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على مفهوم فحص القص.
2- ان يعرف الطالب نوع الترب التي يجري عليها هذا الفحص وشروطها .
3- التعرف على الاجهزة والادوات المستخدمة في الفحص.

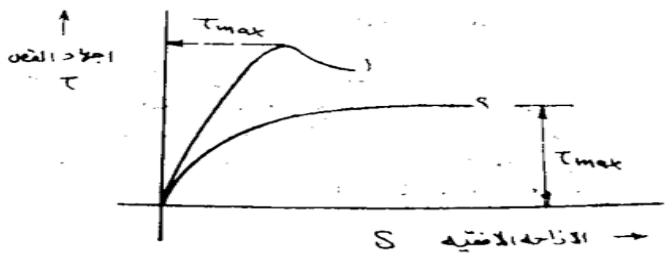
فحص القص المباشر

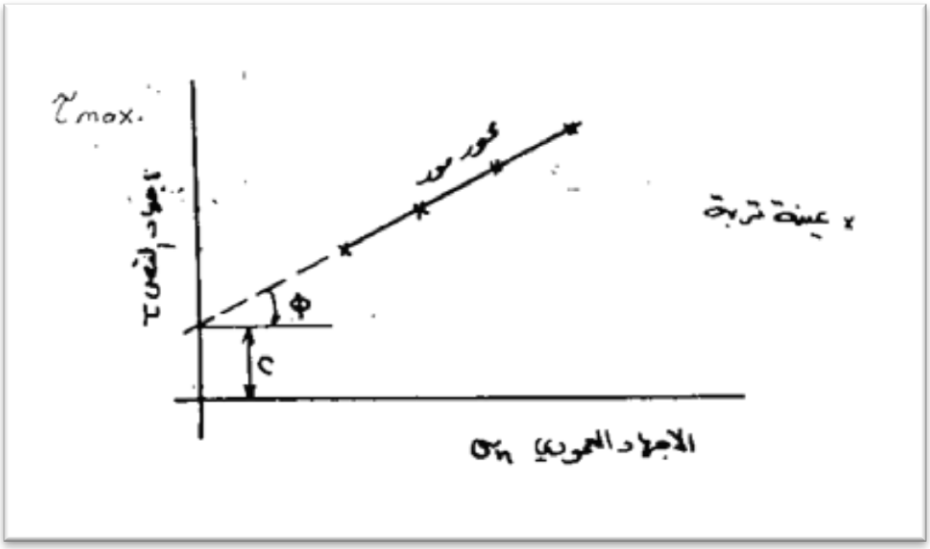
تستخدم عينة مربعة المقطع بابعاد (60*60) ملم وسمك (20)ملم ، توضع في قالب حديدي مقسوم افقيا الى نصفين ، ويوضع غطاء فوق العينة وتسلط من خلاله قوة عمودية على العينة ، ثم يتم تسليط قوة افقية على العينة عن طريق ذراع يسحب جزء القالب الاسفل مما يسبب حدوث اجهادات قص على المستوى الافقي الذي يفصل نصفي القالب ، ويثبت مقدار الثقل العمودي خلال الفحص (p) بينما تزداد القوة الافقية (F) بتسليط ازاحة افقية على العينة لحين الفشل ، حيث تسجل القوة الافقية المقابلة لكل ازاحة وخلال اوقات مختلفة ثم يتم اجراء الحسابات كالتالي :-

1- يتم حساب اجهاد القص والاجهاد العمودي ، حيث تمثل (A) مساحة مقطع العينة .

$$\tau = \frac{F}{A} \quad ، \quad \sigma_n = \frac{P}{A}$$

2- يتم رسم علاقة بين اجهاد القص والازاحة الافقية لكل مرحلة من الفحص وتؤخذ اعلى قيمة لاجهاد القص الذي سبب فشل العينة (τ_{max}) .
3- تعاد التجربة لثلاث محاولات .
4- ترسم العلاقة بين الاجهاد العمودي (σ_n) واعلى قيم لاجهاد القص (τ_{max}) حيث يمرر بالنقاط خط مستقيم وذلك لحساب تماسك التربة و زاوية الاحتكاك الداخلي .





نتائج فحص القص المباشر

الاختبار البعدي

1- ارسم مخطط يوضح العلاقة بين الاجهاد العمودي واجهاد القص.

2- واجب بيتي

عينة من تربة طينية رملية مساحتها (36 سم^2) ، اجري عليها فحص القص المباشر ، وسجلت المعلومات التالية :-

القوة العمودية kg (p)	**18**	**36**	**54**
القوة الافقية kg (F)	**11.52**	**15.84**	**20.16**

المطلوب / حساب قيمة زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة ø .

الاسبوع العاشر والحادي عشر

فحص القص ثلاثي المحاور Triaxial Compression Test

الاهداف السلوكية

4- ان يتعرف الطالب على مفهوم فحص القص.
5- ان يعرف الطالب نوع الترب التي يجري عليها الفحص وشروطها .
6- التعرف على الاجهزة والادوات المستخدمة في الفحص.

فحص القص ثلاثي المحاور

ان هذا الفحص مشابه لفحص القص احادي المحور حيث تسلط قوة عمودية على عينة التربة ولكن تضاف هنا قوة جانبية تحيط بالعينة الاسطوانية الشكل وبذلك تكون العينة هنا تحت تأثير اجهاد عمودي (σ_1) واجهاد جانبي (σ_3) او ما يسمى باجهاد الخلية . ويمثل الفحص طريقة جيدة ومكافئة لحالة التربة في الموقع حيث تكون التربة محاطة ومحصورة من كل الجوانب . توضع عينة اسطوانية داخل غشاء مطاط لمنع دخول الماء الى العينة اثناء الفحص كما يعمل هذا الغشاء على منع خروج الماء من العينة . ويتم تسليط الاجهاد العمودي على العينة من جهاز الفحص بينما يحيط الماء بالعينة داخل خلية الفحص مسلطا ضغطا جانبيا (σ_3) .

يثبت مقدار ضغط الخلية (σ_3) خلال الفحص ويتم زيادة الضغط العمودي (σ_1) تدريجيا ولحين الفشل وتسجل قراءات الازاحة العمودية الحاصلة في العينة لكل ضغط عمودي مقابل (σ_1) .

ويمكن ملاحظة فشل العينة عندما تبقى قيمة (σ_1) ثابتة لثلاث قراءات متتالية او عندما تبدأ بالتناقص . ان هذا الفحص له اهمية كبيرة في ميكانيك التربة اذ يتم حساب قيم التماسك و زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة من هذا الفحص كما يمكن حساب تحمل التربة للاجهادات العمودية وتحديد معامل المرونة لها بالاضافة الى قياس ضغط الماء في فراغات التربة .

الاسبوع الثاني عشر

فحوصات القص الحقلية In Site Shear Test

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على انواع الفحوصات الحقلية.
2- ان يتعرف الطالب على الاجهزة المستخدمة في الحقل.

فحوصات القص الحقلية

تشمل فحوصات عديدة منها :-

1- فحص المروحة Vane shear test

وهو احد فحوصات القص الذي يجري في المختبر وكذلك في الموقع لايجاد مقاومة القص للتربة .

ويستخدم هذا الفحص في حالة التربة الطينية الرخوة (اللينة) ولايمكن الحصول على عينة من تلك التربة وجلبها الى المختبر لضعفها وقلة تماسكها حيث لايمكن اجراء فحوصات القص عليها لانها تتطلب عينة اسطوانية من التربة . يتكون جهاز الفحص من اربع شفرات معدنية متراكبة بصورة عمودية على بعضها وبشكل مروحة وتتصل هذه الشفرات من الاعلى بمحور حديدي .

2- فحص القص الحلقي Ring shear test
3- المخروط السويدي Swedish lab. Con test
4- فحص الالتواء القصي Torsion shear test

الاختبار البعدي

1- عدد فحوصات القص الحقلية.
2- اشرح طريقة القص المروحي.

الاسبوع الثالث عشر والرابع عشر

انواع الاسس وعلاقتها بمقدار تحمل التربة (الاسس الضحلة والاسس العميقة)

الاهداف السلوكية

1- يتعرف الطالب على مفهوم الاسس والهدف من انشاءها.
2- يتعرف الطالب على الاسس الضحلة وانواعها.
3- يتعرف الطالب على الاسس العميقة وانواعها .

أنواع الأسس

الأسس هي الجزء السفلي من المنشأ، ووظيفتها نقل الأحمال من البناء إلى التربة بأمان دون حدوث هبوط أو فشل في التربة .تقسم الأسس إلى نوعين رئيسيين حسب العمق:

أولاً :الأسس الضحلة (Shallow Foundations)

هي الأسس التي تنقل الأحمال إلى التربة على عمق صغير وتُستخدم عندما تكون التربة السطحية ، وتكون الاسس الضحلة على عدة انواع منها :

- الأساس المنفرد : يُستخدم تحت الأعمدة المنفردة، ويكون مستطيلًا أو مربعًا حسب الأحمال المسلطة .
- الأساس المستمر : هو اساس مستمر شكله شريطي يُستخدم تحت الجدران الحاملة .
- الأساس المشترك : هو اساس مشترك يربط عمود او اكثر بعضها البعض ، عندما تتقارب الأعمدة ويصعب تنفيذ أساس منفرد لكل منها يستخدم هذا النوع من الاسس لربط الاعمدة مع بعضها.
- الاساس الحصيري : وهو اساس على شكل حصيرة تمتد قضبان التسليح فيه بشكل طولي وعرضي مشكلة مايسمى بالحصيرة ويغطي مساحة المبنى بالكامل ، يستخدم لنقل الاحمال الكبيرة او عندما تكون التربة ضعيفة غير قابلة على التحمل.

من مميزات الاسس الضحلة تكون اقتصادية في التربة الجيدة ، سهلة الانشاء والتنفيذ ، ولا تتطلب معدات كثيرة ومتقدمة لعملها .

ثانياً :الأسس العميقة (Deep Foundations)

وهي الاسس التي تنقل الاحمال من المبنى الى طبقات التربة القوية ، تستخدم عندما تكون التربة السطحية ضعيفة وغير قادرة على تحمل الاحمال المسلطة ، حيث تقوم الاسس العميقة بنقل الاحمال الى اعماق اكبر حيث توجد التربة القوية مثل الصخور وغيرها .

أنواع الأسس العميقة:

- الركائز Piles : وهي اعمدة طويلة من الخرسانة المسلحة او الفولاذ تغرس في التربة وتعمل بالاحتكاك الجانبي او الارتكاز على طبقة صلبة .

- الابار Drilled Shafts : وهي اسس عميقة تعمل على شكل حفر تصل الى اعماق كبيرة وتملأ بالخرسانة وتستخدم في الجسور والمنشآت البحرية .

من مميزات الاسس العميقة تكون مناسبة للتربة الضعيفة ، تتحمل احمالا كبيرة جدا وتستخدم في الجسور او في المياه .

مقارنة بين الاسس الضحلة والاسس العميقة

المقارنة	الاسس الضحلة	الاسس العميقة
العمق	اقل من عرض الاساس	اكبر من عرض الاساس
التكلفة	اقل تكلفة	اكثر تكلفة
الجهد	اقل جهد	اكثر جهد
التربة	تربة سطحية قوية	تربة سطحية ضعيفة واعماق قوية
التنفيذ	بسيط وسريع	معقد ويحتاج معدات متقدمة
الاستخدام	المباني البسيطة	الابراج والجسور والمنشآت البحرية

الاختبار البعدي

1- اذكر انواع الاسس الضحلة واستخداماتها .
2- اذكر انواع الاسس العميقة .
3- قارن بين الاسس الضحلة والاسس العميقة .

الاسبوع الخامس عشر

مقدمة بسيطة عن اعمال تحريات التربة Soil Investigation

الاهداف السلوكية

1- ان يتعرف الطالب على مفهوم تحريات التربة .
2- ان يتعرف الطالب على اهمية تحريات التربة قبل البدء بالتصميم الهندسي .

الاختبار القبلي

ما الغرض من اجراء تحريات التربة ؟

نبذة مختصرة عن تحريات التربة

تحريات التربة هي مجموعة من الدراسات والاختبارات التي تُجرى على موقع المشروع بهدف تحديد الخصائص الهندسية والفيزيائية للتربة التي سيُقام عليها البناء . وتُعد هذه التحريات خطوة أساسية في تصميم وتنفيذ المنشآت الهندسية.

تعد تحريات التربة متطلبا رئيسيا يسبق أعمال التصميم والتحليل للمشاريع الهندسية وخاصة الكبيرة منها . وهذا المتطلب يكمن في جمع المعلومات اللازمة لدراسة المشروع المقترح ، من خلال تحريات التربة والتي تشمل اخذ العينات من موقع المشروع وإجراء الاختبارات الميدانية والمعملية وتحليلها من اجل معرفة خصائصها وصفاتها الهندسية ومن ثم إعدادها في تقرير فني .

الهدف من برنامج تحريات التربة

يكمن الهدف من برنامج تحريات التربة الى الحصول على المعلومات والبيانات التالية :

1- معرفة مدى ملائمة الموقع للمشروع المقترح .
2- مقدار تحمل التربة للأحمال المتوقعة من المشروع.
3- مقدار الهبوط المتوقع للأساسات نتيجة أحمال المشروع .
4- منسوب المياه الجوفية ومدى تأثيرها على عناصر المشروع.
5- الأضرار التي قد تحدث للمنطقة المجاورة للمشروع نتيجة الحفريات.
6- عمق الطبقة الصخرية عند ملاحظتها اثناء التحريات .

7- المشاكل البيئية التي قد تحدث للمشروع .

8- اختيار أفضل الطرق للتنفيذ .

9- اختيار مواد التشييد المناسبة للمشروع .

مراحل تحريات التربة:

1. الدراسة المكتبية :(Desk Study) جمع معلومات أولية عن الموقع خرائط، تقارير سابقة، صور جوية. ...
2. المسح الموقعي :(Site Reconnaissance) زيارة الموقع لملاحظة المعالم الطبيعية والسطحية.
3. الحفر وأخذ العينات :(Boring & Sampling) حفر آبار استكشافية باستخدام أجهزة حفر، وأخذ عينات تربة من أعماق مختلفة.
4. الاختبارات الحقلية :(Field Tests) مثل اختبار الاختراق القياسي (SPT) أو اختبار الاختراق المخروطي.(CPT)
5. الاختبارات المختبرية :(Lab Tests) لتحديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية للتربة الكثافة، التماسك، زاوية الاحتكاك الداخلي، حد السيولة....
6. إعداد التقرير الفني : يشمل تحليل النتائج وتوصيات التصميم الهندسي للأساسات.

جسات التربة Soil Boring

الجسة : هي ثقب راسي ينفذ في موقع المنشأ المراد استكشافه بغرض الحصول على عينات من التربة لدراستها او التعرف على طبيعة طبقات التربة وسمكها وصفاتها .

عدد وعمق الجسات

- **عدد الجسات :**

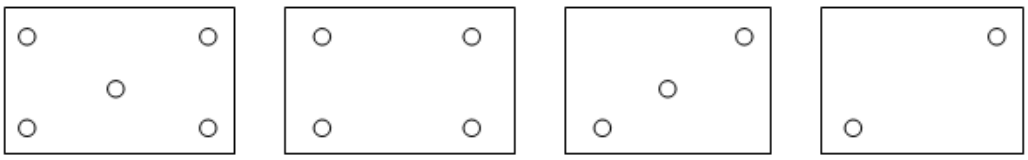
عدد الجسات واختيار أماكنها وتوزيعها يتوقف على نوع المنشأ وحجمه والغرض من الدراسة ، ويجب الحرص في اختيار وتحديد أماكن الجسات ، ولا توجد قاعدة عامة لتحديد عدد الجسات في الموقع ، وقد تحدد بعض الآراء ان 3 جسات هي الحد الأدنى

للمبنى الواحد وقد تكون اثنان عند انتظام التربة ، كما تفضل بعض الآراء 5 جسات للأركان والمركز كحد أدنى ، وقد تكون جسة واحدة كافية لبعض الإعمال الصغيرة مثل الهوائيات اوابراج الكهرباء وما يماثلها .

- **عمق الجسات :**

يتوقف عمق الجسات على نوع المنشآت وحجمها وارتفاعها وشكلها وأوزانها علاوة على نوع التربة وخواصها الميكانيكية ، وفي الحالات الاعتيادية لا يقل عمق الجسة عن 10 م . ولابد ان تخترق الجسات جميع الطبقات الغير صالحة للتأسيس مثل طبقات الردم الغير مضغوط وطبقات التربة الضعيفة والعضوية ، كذلك يجب النزول بالجسات خلال طبقات الطين الصلبة او الرمل المدموك اذا تواجدت هذه الطبقات على أعماق سطحية .

مكان اخذ الجسات من الموقع



عينات التربة soil sampling

أن أهم أعمال تحريات التربة الحصول على عينات من اجل وصف طبقات التربة والتعرف على خواصها ، ويمكن تصنيف عينات التربة الى صنفين وهما :

1- عينة مخلخلة (مفككة)

وهي عينة التربة التي تكون بنيتها مفككة وخواصها الميكانيكية قد تغيرت أثناء استخراجها ، يتم جمع العينات المفككة من جسات مختلفة ومن أعماق متفاوتة وتوضع في أكياس بلاستيكية لحفظ محتواها المائي بحيث يكتب على كل كيس اسم الموقع ورقم

العينــة ورقــم الجســة وعمــق مكــان العينــة وتــاريخ اســتخراجها . ويعتمــد حجــم العينــة علــى عدد ونوع الاختبارات التي تجري عليها .

2- عينة غير مخلخلة (متماسكة)

وهـذه العينــة تحـتفظ ببنيتهـا وخواصــها الأصـلية ، ويوجـد بعـض الاختبـارات المعمليـة التــي تتطلـب وجـود عينـة متماسـكة مثـل اختبـارات القـص والنفاذيـة والهبـوط ويحتـاج هـذا النـوع الــى حــرص يتمثــل فــي تغليــف العينــة بالشــمع لحمايتهــا وكتابــة كــل البيانــات الخاصــة بهــا وترتيبها في صندوق مخصص يحفظها من حرارة الشمس والاهتزازات.

استخراج العينات وتشميعها

الاختبار البعدي

1- ما هو الهدف من اعمال تحريات التربة .
2- ما انواع النماذج المستخرجة من التربة.
3- بين كيفية توزيع عدد الجسات في الموقع .

المصادر

الكتب المقررة المطلوبة (المنهجية أن وجدت)	ميكانيك التربة والاعمال الترابية / اعداد نياز محمد سعيد وسالم خلف المهداوي – معهد التكنولوجيا بغداد
المراجع الرئيسة (المصادر)	Soil mechanics and foundation engineering by V.N.S.Murthy Soil mechanics and foundations / Dr.B.C.Punmia
الكتب والمراجع الساندة التي يوصى بها (المجلات العلمية، التقارير....)	المجلة العراقية للهندسة المدنية
المراجع الإلكترونية ، مواقع الانترنيت	العديد من المواقع الالكترونية الخاصة بالهندسة المدنية
الكتب والمراجع الساندة	خواص واختبارات التربة 204 مدن / المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني / الادارة العامة لتطوير المناهج – المملكة العربية السعودية